

LUIZ ALBERTO KOZLOWSKI

**ÉPOCAS E EXTENSÕES DO PERÍODO DE CONVIVÊNCIA DAS
PLANTAS DANINHAS INTERFERINDO NA PRODUTIVIDADE DA
CULTURA DO MILHO E NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE
INFESTANTE**

Tese apresentada no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Produção Vegetal, do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof^o Dr. Henrique Soares Koehler

Co-orientador: Prof^o Dr. Robinson Antonio Pitelli

CURITIBA

2008

À minha família, Mari Stela de Sena Kozlowski, Henrique de Sena Kozlowski e Alexandre de Sena Kozlowski, tão importantes em todos os momentos da minha vida,

Ofereço

À minha esposa, Mari Stela de Sena Kozlowski, por todo amor, carinho, dedicação compreensão, apoio, amizade e incentivo,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo, orientador e professor Dr. Henrique Soares Koehler, pela amizade, apoio e acima de tudo confiança no trabalho realizado.

Ao amigo, orientador e professor Dr. Robinson Antonio Pitelli, pela amizade, confiança, mentor da idéia do trabalho com quem tive o prazer de compartilhar, por tudo o que é como pessoa, meu muito obrigado.

Ao amigo, mestre e ex-orientador professor Dr. Pedro Ronzelli Junior, pelo apoio, amizade e incentivo desde a época de estudante de mestrado.

Ao grande amigo e companheiro professor Dr. Jéferson Zagonel, pela amizade e sugestões dadas para melhorar a qualidade do trabalho e pela presteza em atender ao convite de participar da banca examinadora e pelo tempo despedido para tanto.

À amiga, colega de trabalho e professora Dr. Cyntia Maria Wachowicz, pelas sugestões e pelo tempo despendido para ler o trabalho e participar da banca examinadora.

Aos professores, Dr. Cícero Deschamps, Dr. Edelclaiton Daros e Dr. José Luis Zambon pelas sugestões e tempo despendido na participação do exame de qualificação e pré-defesa.

Ao professor Dr. Flávio Felipe Kirchner pela ajuda, tempo dedicado e troca de conhecimentos dados.

Ao amigo, ex-aluno e estagiário, Engenheiro Agrônomo Felipe Xavier pelo apoio, ajuda e pelo excelente trabalho e seriedade na condução dos trabalhos de campo.

À minha esposa e filhos pela paciência e tolerância demonstradas quando da minha ausência no compartilhar do dia a dia, durante a execução desse trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

LUIZ ALBERTO KOZLOWSKI, nasceu em Curitiba, PR, em 01 de agosto de 1963, filho de Leopoldo Afonso Kozlowski e Rosicler do Carmo Kozlowski.

Engenheiro Agrônomo, formado na Universidade Estadual de Maringá em 1985, Maringá, PR.

Em agosto de 1999 obteve o grau de Mestre em Ciências pela Universidade Federal do Paraná, com o trabalho intitulado “Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta”.

Em fevereiro de 2005 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, na Universidade Federal do Paraná, concluindo em março de 2008, com a apresentação da tese “Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho e na estrutura da comunidade infestante”.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
BIOGRAFIA DO AUTOR	iv
SUMÁRIO	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Objetivos	3
1.1.1 – Objetivo geral	3
1.1.2 – Objetivos específicos	3
2 - REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - Milho	4
2.2 – Interferência das plantas daninhas	5
2.3 – Períodos de convivência	6
2.4 – Efeitos da interferência	12
2.5 – Plantio direto	17
2.6 – Comunidade infestante	20
3 - MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 - Caracterização do local	24
3.2 - Delineamento experimental	24
3.3 - Instalação do experimento	26
3.4 – Variáveis avaliadas	27
3.4.1 - Rendimento de grãos	27
3.4.2 – Período anterior à interferência, período anterior à interferência subseqüente e período crítico de prevenção da interferência ...	27
3.4.3 – Perdas percentuais de rendimento de grãos	28
3.4.4 – Matéria seca, composição específica e estudo fitossociológico da comunidade infestante	29
3.4.4.1 – Densidade relativa (DeR)	29
3.4.4.2 – Frequência relativa (FeR)	29
3.4.4.3 – Dominância relativa (DoR)	30
3.4.4.4 – Importância relativa (IR)	30
3.4.4.5 – Índice de diversidade (H')	30
3.4.4.6 – Índice de similaridade (IS)	31
3.5 – Análises estatísticas	32
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 – Período anterior à interferência (PAI), período anterior à interferência subseqüente (PAI-S) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI)	36
4.2 – Perdas percentuais de rendimento de grãos	43

4.3 – Estudo fitossociológico da comunidade infestante	48
4.3.1 – Composição específica, biomassa seca e densidade das plantas daninhas	48
4.3.2 – Fitossociologia da comunidade infestante	53
4.3.3 – Índice de diversidade	61
4.3.4 – Índice de similaridade	67
5 - CONCLUSÕES	85
6 - REFERÊNCIAS	87

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Médias mensais das temperaturas máximas e mínimas (°C) e precipitação pluviométrica total mensal (mm) ocorridas durante a condução e coleta de dados do experimento de campo. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR. 2005/06.	34
FIGURA 2	Efeito do período de 0-0 dia de controle inicial e dos diferentes períodos de reinício de controle das plantas daninhas sobre o rendimento de grãos na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	37
FIGURA 3	Efeito do período de 0-7 dias de controle inicial e dos diferentes períodos de reinício de controle das plantas daninhas sobre o rendimento de grãos na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	37
FIGURA 4	Efeito do período de 0-14 dias de controle inicial e dos diferentes períodos de reinício de controle das plantas daninhas sobre o rendimento de grãos na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	38
FIGURA 5	Efeito do período de 0-21 dias de controle inicial e dos diferentes períodos de reinício de controle das plantas daninhas sobre o rendimento de grãos na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	38
FIGURA 6	Perdas de rendimento de grãos de milho estimadas pelo modelo da hipérbole retangular, em função do acúmulo de biomassa seca das plantas daninhas nos diferentes períodos iniciais e de reinício do controle. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	45
FIGURA 7	Variação temporal de biomassa seca acumulada pela comunidade infestante na cultura do milho, após períodos iniciais e de reinício de controle. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	50
FIGURA 8	Variação temporal da densidade da comunidade infestante na cultura do milho, após períodos iniciais e de reinício de controle. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	51
FIGURA 9	Curva do número de espécies acumuladas em função da área amostrada nos diferentes períodos iniciais e de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	53

FIGURA 10	Valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver das comunidades infestantes no grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-0 DAE e nas diferentes épocas de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE), considerando a densidade (DeR), dominância (DoR), e importância relativas (IR) e a diversidade máxima (Hmax) possível das populações de plantas daninhas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	62
FIGURA 11	Valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver das comunidades infestantes no grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-7 DAE e nas diferentes épocas de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE), considerando a densidade (DeR), dominância (DoR), e importância relativas (IR) e a diversidade máxima (Hmax) possível das populações de plantas daninhas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	63
FIGURA 12	Valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver das comunidades infestantes no grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-14 DAE e nas diferentes épocas de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE), considerando a densidade (DeR), dominância (DoR), e importância relativas (IR) e a diversidade máxima (Hmax) possível das populações de plantas daninhas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	64
FIGURA 13	Valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver das comunidades infestantes no grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-21 DAE e nas diferentes épocas de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE), considerando a densidade (DeR), dominância (DoR), e importância relativas (IR) e a diversidade máxima (Hmax) possível das populações de plantas daninhas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	65
FIGURA 14	Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) para o período de 0-0 dia de controle inicial da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	71
FIGURA 15	Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) para o período de 0-7 dias de controle inicial da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	72

FIGURA 16	Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) para o período de 0-14 dias de controle inicial da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	72
FIGURA 17	Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) para o período de 0-21 dias de controle inicial da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	73
FIGURA 18	Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 28 dias de reinício de controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	74
FIGURA 19	Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 42 dias de reinício de controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	75
FIGURA 20	Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 56 dias de reinício de controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	75
FIGURA 21	Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 70 dias de reinício de controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	76
FIGURA 22	Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 84 dias de reinício de controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	76
FIGURA 23	Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 0-0 dia de controle inicial das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	79

FIGURA 24	Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 0-7 dias de controle inicial das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	79
FIGURA 25	Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 0-14 dias de controle inicial das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	80
FIGURA 26	Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 0-21 dias de controle inicial das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	80
FIGURA 27	Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 28 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	82
FIGURA 28	Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 42 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	83
FIGURA 29	Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 56 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	83
FIGURA 30	Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 70 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	84
FIGURA 31	Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 84 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	84

LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1 Valores dos índices fitossociológicos de densidade (DeR), frequência (FeR), dominância (DoR) e importância (I.R.) relativas das populações componentes da comunidade infestante no grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 0 dia, na cultura do milho, nas diferentes épocas de avaliação. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.55
- QUADRO 2 Valores dos índices fitossociológicos de densidade (DeR), frequência (FeR), dominância (DoR) e importância (I.R.) relativas das populações componentes da comunidade infestante no grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 7 dias, na cultura do milho, nas diferentes épocas de avaliação. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.56
- QUADRO 3 Valores dos índices fitossociológicos de densidade (DeR), frequência (FeR), dominância (DoR) e importância (I.R.) relativas das populações componentes da comunidade infestante no grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 14 dias, na cultura do milho, nas diferentes épocas de avaliação. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.57
- QUADRO 4 Valores dos índices fitossociológicos de densidade (DeR), frequência (FeR), dominância (DoR) e importância (I.R.) relativas das populações componentes da comunidade infestante no grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 21 dias, na cultura do milho, nas diferentes épocas de avaliação. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Descrição dos tratamentos experimentais utilizados no experimento de campo. FEGA, Fazenda Rio Grande, PR. 2005/06.	25
TABELA 2	Dias após a emergência (DAE) do milho em que os estádios fenológicos (VE a R3) e a colheita foram caracterizados. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	35
TABELA 3	Coeficientes obtidos pelo modelo logístico aplicado ao rendimento de grãos do milho em função dos diferentes períodos iniciais e de reinício de controle das plantas daninhas. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	40
TABELA 4	Coeficientes de correlação para rendimento de grãos, perdas percentuais de rendimento, densidade e acúmulo de biomassa seca das plantas daninhas avaliadas nos diferentes períodos iniciais e de reinício de controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda rio Grande, PR, 2005/06.	44
TABELA 5	Coeficientes obtidos pelo modelo da hipérbole retangular aplicado às perdas de rendimento de grãos em função do acúmulo de biomassa secadas plantas daninhas nos diferentes períodos iniciais e de reinício de controle. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.....	46
TABELA 6	Relação das espécies de plantas daninhas encontradas na área experimental ordenadas em ordem decrescente em função da importância relativa acumulada nos diferentes grupos de tratamentos. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	60
TABELA 7	Índice de similaridade das populações de plantas daninhas presentes nos diferentes grupos de tratamentos, considerando os diferentes períodos para reinício do controle (28, 42, 56, 70 E 84 DAE) dentro de um mesmo período inicial de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	68
TABELA 8	Índice de similaridade das populações de plantas daninhas presentes nos diferentes grupos de tratamentos, considerando os diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) dentro de um mesmo período em que se reiniciou o controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	70

TABELA 9	Coeficientes de correlação baseado nas covariâncias entre as espécies de plantas daninhas presentes na comunidade infestante nos diferentes períodos iniciais de controle para os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	78
TABELA 10	Coeficientes de correlação baseado nas covariâncias entre as espécies de plantas daninhas presentes na comunidade infestante nos diferentes períodos de reinício do controle para os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.	81

RESUMO

No ano agrícola de 2005/2006 foi conduzido na Fazenda Experimental Gralha Azul/PUCPR, município de Fazenda Rio Grande, PR, um experimento de campo com o objetivo de estudar o efeito de diferentes épocas e extensões dos períodos de convivência das plantas daninhas interferindo no rendimento de grãos da cultura do milho e na estrutura da comunidade infestante. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e os tratamentos dispostos num esquema fatorial 4x5+2, em que constituíram fatores: quatro períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 dias após a emergência) e cinco períodos em que se reiniciou o controle das plantas daninhas prolongando-se até a colheita: 28, 42, 56, 70 e 84 DAE e mais duas testemunhas, uma com e outra sem controle das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura. O experimento foi instalado em uma área há oito anos sob plantio direto. Foram avaliados o rendimento de grãos, o período anterior à interferência (PAI), a existência do período anterior à interferência subsequente (PAI-S), o início do período crítico de competição, as perdas percentuais do rendimento de grãos e o estudo fitossociológico da comunidade infestante. Quando o período inicial de controle da comunidade infestante foi de 0-0 dia, o PAI foi de 9 DAE do milho, porém com períodos iniciais crescentes de controle (0-7, 0-14 e 0-21 DAE) houve um aumento no PAI em relação a 0-0 dia de controle inicial, evidenciando assim a existência do PAI-S, que foi de 17, 24 e 28 DAE do milho, respectivamente. As plantas daninhas que emergiram simultaneamente com a cultura ou ligeiramente após, com maiores acúmulos de biomassa seca, causaram maiores reduções no rendimento de grãos, entretanto, quando o período de emergência foi posterior ao da cultura e com menores acúmulos de biomassa seca, as perdas de rendimento diminuíram. A convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo do milho reduziu a sua produtividade em 15%, em relação à testemunha limpa durante todo o ciclo. Verificou-se uma redução na densidade e biomassa seca das plantas daninhas que conviveram com o milho em relação àquelas que cresceram na ausência da cultura, evidenciando assim um efeito supressivo do milho sobre as plantas infestantes. No levantamento fitossociológico da comunidade infestante foram encontradas 9 espécies inseridas em 7 famílias botânicas. As espécies infestantes que apresentaram os maiores valores de importância relativa na área experimental foram: *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* e *Chenopodium album*. O índice fitossociológico de importância relativa foi o que melhor expressou a diversidade de espécies na área experimental. O índice de diversidade de Shannon-Weaver variou de 0 a 1,85.

Palavras-chave: períodos de convivência, período crítico de interferência, estudo fitossociológico, comunidade infestante, rendimento do milho.

ABSTRACT

A field experiment was carried out at the Gralha Azul Experimental Farm/PUCPR, in Fazenda Rio Grande County, PR, during the 2005/2006 growing season with objective to study the effects of different time and extension of weed coexistence periods interfering in the yield corn crop and weeds communities structure. The experimental design was a randomized complete block, with four replications and the treatments were arranged in a 4x5+2 factorial, with four initial weed control periods (0-0, 0-7, 0-14 and 0-21 days after crop emergence) and five restarted weed control periods until the harvest (28, 42, 56, 70 and 84 DAE) and two checks, one weedy and other weed-free. The experiment was carried out on an area 8 years under no-till system. Were evaluated the corn yield, period prior to weed interference (PPWI), period prior to weed interference subsequent (PPWI-S), beginning of critical period of competition, loss yield of corn and phytosociological study of weeds communities. When the initial weed control period was 0-0 day, the PPWI was at 9 DAE of corn, however, with crescent initial weed control periods (0-7, 0-14 and 0-21 DAE) there was increase in the period prior to weed interference in relation 0-0 day of initial weed control, showing this way the existence of PPWI-S, that was at 17, 24 and 28 DAE of corn, respectively. The weeds that emerged simultaneously or quickly after corn crop, with greater dry biomass accumulation caused greater reduction of yield corn, however when the period of weed emergence was after corn crop the loss yield was reduced. Weed interference throughout the corn cycle reduced yield in 15%, when compared to the weed-free crop. There was reduction in the density and dry biomass of weeds that coexistence with the corn in relation those grown up without corn crop, showing a suppressor effect of corn on the weeds. In the survey phytosociological of weeds communities were found 7 botanical families and 9 species. The weeds most important in the experimental area were: *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* and *Chenopodium album*. The phytosociological index of relative importance was the best expressed the species diversity in the experimental area. The Shannon-Weaver's diversity index varied from 0 to 1,85.

Keywords: Coexistence periods, critical period of weed interference, phytosociological study, weeds communities, corn yield.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma das principais culturas da agricultura brasileira, tanto no aspecto quantitativo, como também no que diz respeito à sua importância estratégica, por ser base da alimentação de animais domésticos e na própria alimentação humana. Mesmo apresentando altos índices de produtividade, a cultura está sujeita a fatores que interferem no seu rendimento final como estiagens, doenças e pragas, adubação inadequada e também pela interferência das plantas daninhas, reflexo tanto da ausência quanto da ineficiência do controle.

Assim, as perdas na produção de milho, ocasionadas pela interferência das plantas daninhas, podem atingir níveis elevados, pois dependendo do tempo e intensidade de convivência os efeitos da interferência são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou da produtividade da cultura após a retirada do estresse causado pela presença das plantas daninhas. A redução do rendimento da cultura devido à interferência estabelecida com as plantas daninhas pode variar entre 10 a 90%, dependendo do grau de interferência, que é dependente de fatores ligados à cultura, à comunidade infestante, ao ambiente e da época e duração do período de convivência entre planta daninha e a cultura.

Com relação à época e duração da convivência cultura-planta daninha destacam-se três períodos: período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção da interferência (PTPI) e período crítico de prevenção da interferência (PCPI), que corresponde ao intervalo entre os limites máximos entre os dois períodos citados anteriormente e se caracteriza pelo período durante o qual é imprescindível realizar o controle. Dessa forma, em termos de manejo de plantas daninhas, o período anterior à interferência torna-se o período de maior importância do ciclo cultural, a partir do qual a produtividade é significativamente prejudicada. Esse período define a época ideal para o controle das plantas daninhas em pós-emergência, pois, além de não prejudicar a produtividade, as plantas daninhas teriam mobilizado uma quantidade de nutrientes que seriam gradativamente

devolvidos ao sistema e colocados à disposição da cultura, além dos benefícios da cobertura morta. No entanto, o conhecimento deste período sempre teve uma conotação teórica, pois muitas vezes o seu final era posterior à época ideal de aplicação do herbicida em pós-emergência para controle das plantas daninhas ou da fase em que este não provocava efeitos de fitointoxicação na planta cultivada.

A recente introdução das culturas geneticamente modificadas para tolerância aos herbicidas não seletivos e sem efeito residual, permite pela primeira vez no controle químico, que a extensão do PAI seja explorada em áreas em que a comunidade infestante não apresenta espécies de difícil controle para o produto utilizado em fase mais avançada do ciclo de desenvolvimento. Com as grandes infestações de plantas daninhas que ocorrem em algumas regiões do Brasil, os valores do PAI são baixos e o controle deve ser realizado numa fase bastante precoce do ciclo da cultura, assim com o uso de herbicidas sem efeito residual, permite-se que a comunidade infestante se reinstale imediatamente após o controle anterior.

Dependendo da densidade do mato, da intensidade de crescimento das plantas daninhas e das condições do sombreamento promovida pela cultura, o crescimento da comunidade infestante poderá ser intenso a ponto de interferir na produtividade da planta cultivada e produzir um segundo PAI, chamado de período anterior à interferência subsequente (PAI-S), sendo esse o período desde a aplicação do herbicida até o momento em que a nova comunidade infestante (reinfestação) passa a interferir na produtividade da cultura. A definição das situações em que haverá o PAI-S e em quais delas este período será precoce ou tardio no restante do ciclo da cultura, será fundamental para o planejamento do número e épocas de aplicação do herbicida não seletivo e sem ação residual ou do estabelecimento de combinações de produtos ou estratégias de manejo.

Assim formulou-se a hipótese de que, se a cultura do milho é sensível à interferência exercida pelas plantas daninhas reduzindo seu crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, seu rendimento de grãos, então submetendo a cultura a diferentes épocas e extensões dos períodos de convivência com a comunidade infestante será possível determinar a existência do PAI-S e o início do período crítico de competição, gerando assim informações que possam

contribuir para o desenvolvimento de práticas de manejo das plantas daninhas na cultura do milho. Considerando que a cultura do milho é uma das principais culturas da agricultura brasileira e que um dos principais fatores do baixo rendimento da cultura é devido à interferência das plantas daninhas, as informações obtidas sobre o efeito de diferentes épocas e extensões dos períodos de convivência com a comunidade infestante serão de extrema valia para o desenvolvimento de práticas racionais de manejo e controle das plantas daninhas na cultura, sendo essas fundamentais para técnicos e produtores que trabalham com a cultura do milho.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos de diferentes épocas e extensões dos períodos de convivência das plantas daninhas interferindo no rendimento de grãos da cultura do milho e na estrutura da comunidade infestante.

1.1.2 Objetivos específicos

- 1.1.2.1 Avaliar o período anterior à interferência, a existência do período anterior à interferência subsequente e o período crítico de prevenção da interferência das plantas daninhas na cultura do milho;
- 1.1.2.2 Estimar as perdas percentuais de rendimento de grãos do milho em função do acúmulo da biomassa seca das plantas daninhas presentes;
- 1.1.2.3 Avaliar a evolução dos índices fitossociológicos e dos coeficientes de diversidade e equitabilidade da comunidade infestante durante o ciclo da cultura do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MILHO

O milho é um dos principais cereais cultivados no mundo, fornecendo produtos para alimentação humana, animal e matéria prima para a indústria. No Brasil, a cultura ocupa posição significativa na economia, em decorrência do valor da produção agropecuária, da área cultivada e do volume produzido, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Considerando sua importância econômica, recentemente têm ocorrido importantes mudanças nos sistemas de produção da cultura, ressaltando sua expansão no sistema de plantio direto (Glat, 2002).

Mesmo com uma produção anual em torno de 51,37 milhões de toneladas (CONAB, 2007), a contribuição brasileira na produção mundial de milho é ainda bem inferior à dos países mais produtivos, devido principalmente à baixa produtividade. Uma série de fatores é responsável pela baixa produtividade, dentre os quais se destaca a interferência das plantas daninhas.

A cultura do milho, apesar de ser considerada como de boa capacidade competitiva (Van Heemst, 1986) e ser enquadrada entre o grupo de culturas que mais sombreiam o solo (Keeley & Thullen, 1978), sofre intensa interferência das plantas daninhas, com sérios prejuízos no crescimento, na produtividade e na operacionalização da colheita. Portanto, reduzir ou eliminar esta interferência consiste numa prática indispensável à produção do milho.

Dependendo das condições ambientais e da população de plantas daninhas em um determinado local, as perdas ocasionadas pela interferência dessas na cultura do milho podem atingir 85% no sistema de plantio convencional e até 100% no sistema de plantio direto. O controle das plantas daninhas é, portanto, uma necessidade de ordem econômica (Silva & Pires, 1991).

2.2 INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

A interferência é descrita como os efeitos adversos totais que uma comunidade infestante exerce sobre uma cultura quando crescendo em um ecossistema comum (Zimdahl, 1980; Pitelli, 1985). A interferência pode incluir competição, alelopatia, condicionando outros tipos de interferência biótica ou outros efeitos que prejudiquem o crescimento da planta cultivada. Dentre os componentes do conjunto de interferências, a competição e a alelopatia são os processos de maior significância e que ocorrem com maior frequência, porém, devido à dificuldade de isolar os efeitos destes processos, tem-se procurado quantificar os efeitos do conjunto de interferências (Velini, 1997).

O impacto da interferência das plantas daninhas no milho pode variar durante os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, assim como a habilidade competitiva da cultura e da planta daninha muda ao longo do ciclo de vida (Tollenaar et al., 1994).

A intensidade da interferência normalmente é avaliada por meio de decréscimos de produção e/ou crescimento da planta cultivada, como consequência da competição pelos fatores de crescimento disponíveis no ambiente, da liberação de substâncias alelopáticas e, de forma indireta, pelo fato das plantas daninhas atuarem como hospedeiras de pragas, doenças e nematóides, além de dificultarem a realização dos tratos culturais e colheita. O grau de interferência normalmente é medido com relação à produção da planta cultivada e pode ser definido como a redução percentual da produção econômica de determinada cultura, provocada pela interferência da comunidade infestante (Pitelli, 1985).

O modelo de interferência esquematizado por Bleasdale (1960) e adaptado no Brasil, primeiro por Blanco (1972) e depois por Pitelli (1985), demonstra que o grau de interferência depende de características da cultura, como variedade ou espécie, espaçamento e densidade de plantio; de características da comunidade infestante, como composição específica, densidade e distribuição; de características do ambiente, referentes às condições edáficas, climáticas e de manejo do sistema agrícola; e da época e duração do período de convivência entre planta daninha e cultura. De todos os fatores que influenciam o grau de interferência o mais

importante é, talvez, o período em que a comunidade infestante e as plantas cultivadas estão disputando os recursos do meio.

2.3 PERÍODOS DE CONVIVÊNCIA

De um modo geral pode-se dizer que, quanto maior for o período de convivência cultura - comunidade infestante, maior será o grau de interferência. No entanto, isto não é totalmente válido, pois depende do momento do ciclo da cultura em que este período de convivência ocorre (Pitelli, 1985).

Quanto aos períodos de convivência entre as plantas daninhas e cultivadas, destacam-se três períodos. O primeiro denominado de período total de prevenção da interferência (PTPI), que é o período, a partir da emergência ou da semeadura, quando a cultura deve ser mantida livre da presença da comunidade infestante para que a sua produtividade, qualidade da produção ou outra característica não sejam alteradas significativamente. O segundo período é denominado de período anterior à interferência (PAI), que é o período a partir da emergência ou da semeadura, quando a cultura pode conviver com a comunidade infestante antes que sua produtividade ou outra característica sejam alteradas significativamente. Finalmente um terceiro período designado por período crítico de prevenção da interferência (PCPI), que é o período em que o controle da vegetação infestante realmente é crítico, ou seja, antes que a comunidade infestante interfira na produtividade ou outra característica da cultura até a época em que doravante não mais as influenciarão (Pitelli & Durigan, 1984).

De acordo com Hall et al. (1992) o período crítico de interferência é uma estimativa da duração do período em que o controle das plantas daninhas deve ser efetivo para prevenir a interferência delas na redução do rendimento. A época ideal de controle das plantas daninhas tem sido relatada por muitos autores com base na altura da comunidade infestante (Gower et al., 1999; Kalaher et al., 2000), semanas após a emergência da cultura (Sellers & Smeda, 1999) e estágio de desenvolvimento da cultura (Evans & Knezevic, 2000; Mulugeta & Boerboom, 2000). Entretanto, este período deve ser considerado como um estágio de desenvolvimento

da cultura em relação às plantas daninhas e não como um período de tempo definido (Radosevich & Holt, 1984).

O conceito de período crítico de interferência tem sido definido de diferentes formas e segundo Swanton & Weise (1991) seria o intervalo de tempo quando é essencial a manutenção da cultura livre da presença das plantas daninhas para prevenir as perdas de rendimento. Para Knezevic et al. (2002) seria o período de tempo entre dois estádios de desenvolvimento da cultura que representam o tempo necessário para o controle das plantas daninhas de modo a proteger a cultura das perdas de rendimento.

O período crítico de interferência é um componente chave em um programa de manejo integrado de plantas daninhas, pois este é o período durante o ciclo de desenvolvimento da cultura em que as plantas daninhas devem ser controladas para prevenir perdas de rendimento da cultura (Knezevic et al., 2002). O começo e a duração do período crítico de interferência variam dependendo de muitos fatores, incluindo características da cultura, cultivar, local, plantas daninhas, variáveis ambientais (Zimdahl et al., 1988; Hall et al., 1992), das práticas culturais, época de semeadura e dos critérios estabelecidos com relação aos métodos utilizados para determinar o período crítico de interferência (Knezevic et al., 2002).

O padrão de emergência das plantas daninhas que estão competindo, assim como o tamanho do banco de sementes são fatores importantes que influenciam a época e duração do período crítico de interferência (Van Acker et al., 1993; Martin et al., 2001), pois a periodicidade de emergência das plantas daninhas está em função tanto das espécies presentes quanto de sua interação com o microambiente (Forcella et al., 1997).

A densidade das plantas daninhas parece ser mais importante na determinação do começo do período crítico de interferência, ao passo que esta tem um menor efeito no seu final (Martin et al., 2001). Em baixas densidades pode não existir o período crítico de interferência, como o observado por Martin et al. (2001) em canola e Van Acker et al. (1993) em soja.

A informação do período crítico de interferência das plantas daninhas é essencial para proporcionar as bases para o desenvolvimento de um sistema de manejo integrado de plantas daninhas (Swanton & Weise, 1991), assim, o

entendimento do período crítico de prevenção da interferência é necessário para definir estratégias de manejo que minimizem a interferência das plantas daninhas durante o período crítico de desenvolvimento da cultura. Topografia, clima, genótipo, práticas culturais como intensidade de cultivo, fertilização, população e espaçamento da cultura, são muitos dos fatores que podem influenciar o período crítico de interferência por influenciar diretamente a composição da comunidade infestante, a sua densidade e época relativa de emergência ou o crescimento da cultura e planta daninha (Norsworthy & Oliveira, 2004).

Dessa forma, em termos de manejo de plantas daninhas, o período anterior à interferência torna-se o período de maior importância do ciclo cultural, a partir do qual a produtividade é significativamente afetada. Este período define o período ideal para o controle das plantas daninhas em pós-emergência, pois além de não afetar a produtividade, as plantas daninhas teriam mobilizado uma quantidade de nutrientes que seriam gradativamente devolvidos ao sistema e colocados à disposição da cultura, além dos benefícios da cobertura morta (Pitelli, 1985).

Com as grandes infestações de plantas daninhas que ocorrem em algumas regiões do Brasil, os valores do PAI são baixos e o controle deve ser realizado numa fase bastante precoce do ciclo da cultura, assim com o uso de herbicidas sem efeito residual, permite-se que a comunidade infestante se reinstale imediatamente após o controle anterior. Dependendo da densidade do mato, da intensidade de crescimento das populações de plantas daninhas, das condições do sombreamento promovida pela cultura, o crescimento da comunidade infestante poderá ser intenso ao ponto de interferir na produtividade da planta cultivada e produzir um segundo PAI, chamado de período anterior à interferência subsequente (PAIS), sendo este o período desde a aplicação do herbicida até o momento em que a nova comunidade infestante (reinfestação) passa a afetar a produtividade da cultura (Pitelli, 2006).

Muitos trabalhos foram realizados com o objetivo de se determinar o período crítico de interferência das plantas daninhas em milho. Estes trabalhos mostram que o período crítico de interferência no início do ciclo de desenvolvimento da cultura é difícil de se definir, pois este varia de acordo com as condições ambientais, espécies de plantas daninhas presentes e suas densidades, contudo, alguns trabalhos mostram que este período para diferentes espécies de infestantes ocorreu antes que

estas alcançassem 15 cm de altura e que o milho estava no estágio fenológico de três folhas totalmente expandidas (Zimdahl, 1988; Hall et al., 1992; Carey & Kells, 1995; Gower et al., 2002; Silva et al., 2004).

Steckel & Sprague (2004) avaliando durante três anos o potencial de interferência e o período de convivência do caruru (*Amaranthus rudis*) com o milho, observaram que a época de emergência do caruru e o período de tempo que este competiu com o milho, assim como as condições ambientais, tiveram um impacto direto na habilidade competitiva do caruru e no rendimento de grãos do milho. Constataram que no ano de 2000, o período anterior à interferência correspondeu ao estágio fenológico V5 e, que a partir de V6 houve redução no rendimento do milho, com o máximo de perdas (11%) ocorrendo quando o período de convivência foi até o estágio V8. Para o ano de 2001 e 2002 a interferência do caruru (*Amaranthus rudis*) iniciou a partir do estágio V4, com o máximo de perdas do rendimento (74%) ocorrendo no estágio V10 do milho.

Carey & Kells (1995), constataram que o rendimento de grãos do milho não foi reduzido quando a convivência cultura-planta daninha prolongou-se da emergência até o estágio fenológico V3. Hall et al. (1992) encontraram que o início de período crítico de competição pode ser extremamente variável, variando de 3 a 14 folhas totalmente expandidas do milho, ao passo que o final foi mais estável, terminando em média quando o milho apresentava 14 folhas expandidas. Porém Halford et al. (2001) observaram que o início do período crítico de interferência foi mais estável, normalmente começando no estágio fenológico de 6 folhas com o final sendo mais variável, oscilando entre 9 e 13 folhas totalmente expandidas.

Evans et al. (2003a) constataram que o início do período crítico variou entre a emergência até o estágio de 7 folhas expandidas do milho e o final variou entre 5 folhas até o pendoamento do milho. As razões da variabilidade observada em diversos trabalhos para o início e fim do período crítico de interferência devem-se às diferenças na fertilização nitrogenada, na composição da comunidade infestante, na densidade e época de emergência das plantas daninhas nos diferentes locais (Hall et al., 1992; Halford et al., 2001; Evans & Knezevic, 2000).

Norsworthy & Oliveira (2004) em trabalho realizado durante três anos e em dois locais com o objetivo de determinar o período crítico de interferência das

plantas daninhas na cultura do milho observaram que, em Blackville o período crítico começou quando o milho apresentava de uma a duas folhas totalmente expandidas e prolongou-se até o estágio fenológico de 8 a 10 folhas, ao passo que em Pendleton, o período crítico iniciou quando o milho apresentava-se com 5 folhas expandidas, prolongando-se até a sexta folha. As diferenças na duração do período crítico entre os dois locais foram devido à composição da comunidade infestante, a sua densidade e diferentes épocas de semeadura da cultura.

Evans et al. (2003a) avaliando durante os anos de 1999 e 2000 em dois diferentes locais de Nebraska a influência da aplicação de nitrogênio no período crítico de interferência de plantas daninhas na cultura do milho observaram que, sem a aplicação do fertilizante nitrogenado o período crítico de interferência ocorreu entre os estádios fenológicos V3 e V11 e entre VE (emergência) e R1 (espigamento) para os anos de 1999 e 2000, respectivamente. Quando foi utilizada a dose de 120 kgN.ha⁻¹ o período crítico de interferência variou entre os estádios V4 e V5 e entre V7 e V12, para os anos de 1999 e 2000, respectivamente. Estes resultados indicam que um aumento da dose do nitrogênio no início da estação de crescimento, aumentou a capacidade competitiva do milho contra as plantas daninhas, de modo que a aplicação do nitrogênio (120 kg.ha⁻¹) aumentou o período de convivência com as plantas daninhas e encurtou o final do período total de prevenção da interferência, ou seja, diminuiu o período crítico de competição quando comparado aos tratamentos sem a aplicação do nitrogênio.

Evans et al. (2003b) estudando os efeitos da duração da interferência das plantas daninhas verificaram que o início do período crítico de interferência no milho variou de acordo com as doses de nitrogênio utilizadas, ocorrendo em V2, V4 e V6 para as doses de 0, 60 e 120 kgN.ha⁻¹, respectivamente, mostrando que doses reduzidas de nitrogênio resultaram em um começo precoce do período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho.

Williams (2006), em Illinois, durante os anos de 2004 e 2005, avaliou o efeito de épocas (cedo e tarde) de semeadura do milho no início e duração do período crítico de interferência das plantas daninhas, constatou que o início e a duração do período crítico de interferência foi dependente da época de semeadura do milho, de modo que o período crítico de interferência ocorreu entre os estádios fenológicos V4

e V8 quando a semeadura foi realizada no cedo, ao passo que, para a semeadura do tarde não houve período crítico de interferência, pois apresentou um período anterior à interferência correspondente ao estágio de pendoamento do milho e o período total de prevenção da interferência ocorreu no estágio V3, de modo que um único controle entre o final de V3 e o pendoamento do milho é suficiente para que não ocorram perdas de rendimento da cultura.

Halford et al. (2001) verificaram que o período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho sob condições de plantio direto ocorreu entre os estádios fenológicos V6 e V13, com perdas no rendimento de grãos que variaram entre 30 a 45% em relação à testemunha limpa durante todo o ciclo. Da mesma forma, Gower et al. (2003) verificaram que a época de convivência e período ideal para início do controle das plantas daninhas em milho com elevado rendimento de grãos ocorreu até o estágio fenológico V4. Porém Bedmar et al. (1999) constataram que o período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho ocorreu entre os estádios fenológicos V5 e V7, considerando-se um nível arbitrário de perdas de rendimento de 2,5%.

Dalley et al. (2004) constataram que a época de convivência e rendimento de grãos foi dependente de condições específicas de crescimento, de modo que, em condições altamente competitivas como, alta densidade de plantas daninhas e precipitação pluvial abaixo do normal, o período de convivência e início do controle ocorreu no estágio V4 do milho, ao passo que, em condições menos competitivas o período de convivência e início do controle ocorreu mais tarde, no estágio V9 do milho.

Cox et al. (2006) avaliando a competição inicial das plantas daninhas sobre o crescimento, desenvolvimento e rendimento de grãos do milho constataram que o início do período crítico de interferência ocorreu a partir do estágio V3/V4 e, quando ocorreu à convivência das plantas daninhas até o estágio V5/V6 e até V7/V8 do milho, ocorreu um atraso de 2 e 3 dias no espigamento, respectivamente, em relação à testemunha sem mato. A testemunha que conviveu com o mato durante todo o ciclo atrasou em 5 dias o espigamento, semelhante ao atraso de 4 dias relatado por Evans et al. (2003b). A convivência do mato até o estágio V3/V4 do

milho não influenciou a época do espigamento, ocorrendo simultaneamente com a testemunha sem mato.

No geral, vários trabalhos têm mostrado que o período crítico de interferência, em relação aos estádios fenológicos do milho foi mais estável no plantio direto, começando entre V3 e V6, em relação ao sistema convencional, onde o seu início tem variado entre V3 e V14, ao passo que, o final do período crítico ocorre mais cedo, entre V9 e V13, no plantio direto do que sob condições de plantio convencional, que tem variado entre V14 e R1. Embora possa ocorrer uma sobreposição no período crítico entre os dois sistemas de manejo e implantação da cultura do milho, em geral se observa que em plantio direto o começo e o final do período crítico ocorrem mais cedo do que o observado em plantio convencional (Halford et al., 2001).

O começo tardio do período crítico de interferência é possível quando as perdas de rendimento e a competitividade das plantas daninhas são menores do que o esperado, isso devido à emergência tardia das infestantes. Da mesma forma, o final antecipado do período crítico pode ocorrer quando existem perdas de rendimento menores do que o esperado devido à emergência mais precoce de plantas daninhas (Knezevic et al., 2002).

2.4 EFEITOS DA INTERFERÊNCIA

O principal efeito da interferência entre plantas daninhas e cultivadas é a redução do rendimento das culturas devido à competição pelos fatores de crescimento, tais como água, nutrientes, luz e CO₂. Porém, outros efeitos indesejados também podem ocorrer como redução da qualidade do produto, as plantas daninhas intensificam os problemas com pragas, doenças e nematóides, reduzem a eficiência da colheita, as plantas daninhas tóxicas em pastagens ou em forrageiras causam danos aos animais e plantas daninhas aquáticas reduzem a eficiência dos sistemas de irrigação (Klingman & Ashton, 1975; Chisaka, 1977).

O efeito da competição das plantas daninhas no rendimento das culturas é influenciado tanto pela habilidade competitiva e densidade da planta daninha como da cultura. Estes fatores são influenciados pelas condições ambientais, incluindo

condições de clima e de solo e práticas de manejo, tais como nível de fertilização, espaçamento, rotação de culturas e outros mais (Van Heemst, 1986).

O prejuízo potencial de plantas daninhas na cultura do milho pode chegar a reduções de até 90% do rendimento de grãos (Ruedell, 1991). Esta redução é ocasionada principalmente pela competição interespecífica por água, luz, nutrientes, dióxido de carbono e espaço físico (Swanton & Weise, 1991; Kapusta et al., 1994). No entanto, no início de desenvolvimento da cultura a competição por estes fatores é considerada pequena, devido à baixa demanda, ao pequeno sistema radicular e ausência de sombreamento entre as plantas.

Em um trabalho avaliando a interferência das plantas daninhas sobre os caracteres fenológicos (altura de plantas, diâmetro do caule e número de folhas) do milho, Skóra Neto (2003) constatou que a interferência iniciou aos 28 dias após a emergência da cultura (DAE) e tornou-se mais intensa à medida que aumentou o período de convivência. Observou também uma redução no rendimento a partir dos 28 DAE e que o controle das plantas daninhas após a detecção do início da interferência não eliminou o seu efeito no rendimento de grãos. Isso demonstra que não houve recuperação das plantas de milho após a retirada do estresse a que estavam submetidas pela presença das infestantes, pois o estresse é cumulativo e outras características fenológicas e fisiológicas são provavelmente prejudicadas durante a convivência com as plantas daninhas, dificultando a recuperação das plantas de milho.

Em milho, condições de estresse durante o período vegetativo interferem na produção de matéria seca das plantas, com reflexo no rendimento de grãos (Maas, 1993). Na prática, os efeitos da interferência são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou da produtividade da cultura após a retirada do estresse causado pela presença das plantas daninhas (Kozlowski, 2002).

Merotto Junior et al. (1997) verificaram que os efeitos da competição diminuíram o número de espigas por planta, o número de grãos por espiga e a massa do grão. A diminuição do número de grãos por espiga pelo aumento da competição é atribuída à formação de um menor número de flores, à menor fecundação devido ao aumento da protandria e ao abortamento de grãos após a fertilização (Hashemi-Dezfouli & Herbert, 1992)

Spader & Vidal (2000b), verificaram que a interferência do papuã afetou todos os componentes do rendimento e a produtividade do milho, de modo que uma densidade de 160 plantas.m² de papuã reduziu em 33, 56, 29 e 79% o número de espigas por planta, o número de grãos por espiga, a massa do grão e o rendimento de grãos do milho, respectivamente.

Alford et al. (2005) avaliaram o efeito da interferência de *Brachiaria platyphylla* sobre o rendimento de grãos do milho em plantio direto e observaram que a redução no rendimento de grãos devido à interferência da infestante ocorreu quando o milho e planta daninha emergiram simultaneamente. Verificaram também que as reduções no rendimento de grãos variaram de acordo com a densidade da infestante, de modo que o local que apresentou uma menor densidade (30 plantas.m⁻²) causou menores reduções no rendimento (13,5%) quando comparado com as maiores reduções (34,6%) obtidas no local de maiores infestações (150 a 300 plantas.m⁻²). As plantas daninhas quando em altas densidades podem reduzir o rendimento de grãos do milho em até 44% quando a densidade populacional de ançarinha branca (*Chenopodium album*) foi de 32 plantas.m⁻² (Sikkema et al., 2004) e em até 40% quando a densidade de setaria (*Setaria viridis*) foi de 50 plantas.m⁻² (Cathcart & Swanton, 2004).

Massinga et al. (2001) avaliando a influência da densidade e época de emergência do caruru (*Amaranthus palmeri*) sobre o rendimento de grãos do milho, verificaram que as perdas do rendimento foram maiores quando a emergência do caruru e do milho foi simultânea, com reduções variando entre 11 a 91% assim que a densidade do caruru aumentou de 0,5 para 8,0 plantas por metro linear, respectivamente, quando comparado à emergência tardia do caruru, entre os estádios V4 e V6 do milho, cujas reduções de rendimento de grãos variaram entre 7 e 35% para as mesmas densidades.

Strahan et al. (2000) avaliando durante um período de 2 anos o efeito da interferência de *Rottboellia cochinchinensis* na cultura do milho, verificaram que esta espécie foi altamente competitiva e quando conviveu com o milho durante todo o ciclo reduziu o rendimento de grãos em até 38% quando comparado à testemunha limpa durante o ciclo e, para cada semana de convivência, o rendimento do milho foi reduzido em média 125 kg.ha⁻¹. A convivência durante todo o período de

desenvolvimento reduziu também o peso da espiga em 28%, porém, para número de espigas e massa de 100 grãos não foram observadas reduções significativas.

Harrison et al. (2001) avaliando durante os anos de 1997 e 1998 os efeitos da competição de *Ambrosia trifida* em função de sua densidade e época de emergência sobre o rendimento de grãos do milho, verificaram que um atraso de 28 dias na emergência da plantas daninhas em relação à do milho resultou em um decréscimo de 4 a 8 vezes na capacidade competitiva da infestante sobre o milho. Considerando um valor arbitrário de 5% de perdas toleradas no rendimento de grãos, o modelo de perdas utilizado por esses autores mostrou que este nível de perdas (5%) seria atingido com uma densidade de 0,04 plantas.m⁻², quando a sua emergência fosse simultaneamente à do milho ou em uma densidade de 0,42 plantas.m⁻² quando sua emergência ocorresse aos 28 dias após a do milho. Estes resultados mostram que as plantas daninhas que emergem junto com a cultura apresentam uma capacidade competitiva maior, causando um nível (5%) de perdas igual àquelas de emergência tardia (28 dias depois), porém com uma densidade dez vezes menor.

Este estudo também indicou que, dentro da faixa da densidade de plantas daninhas avaliadas (1,7; 6,9 e 13,8 plantas por 10 m²), um atraso de 28 dias na emergência da *Ambrosia trifida* em relação à do milho, resultou em níveis de perdas do rendimento de grãos do milho de 76 e 87% menor para os anos de 1997 e 1998, respectivamente, corroborando com outros trabalhos de que a época relativa de emergência entre as plantas daninhas e a cultura é mais importante do que a densidade da infestante na avaliação da necessidade de medidas de controle (Hall et al., 1992; Knezevic et al., 1994).

O rendimento de grãos do milho foi reduzido em 10% quando o controle de *Panicum miliaceum* foi atrasado em duas semanas após a semeadura da cultura e, um período de 4 a 5 semanas após a semeadura do milho livre da presença das plantas daninhas foi necessário para evitar perdas significativas no rendimento de grãos (Wilson & Westra, 1991).

Hellwig et al. (2002) avaliando durante dois anos o efeito da interferência de plantas daninhas gramíneas na cultura do milho sob plantio direto, verificaram que a interferência das infestantes por todo o ciclo reduziu em 26,4% o rendimento de grãos do milho em relação à testemunha limpa.

Williams (2006) avaliando em Illinois durante os anos de 2004 e 2005 o efeito de épocas (cedo e tarde) de semeadura do milho no início e duração do período crítico de interferência das plantas daninhas verificou que a duração da interferência das infestantes teve um efeito significativo sobre o rendimento de grãos do milho, de modo que a interferência ao longo da estação de crescimento reduziu a produção em 85 e 15%, para o milho plantado no cedo e no tarde, respectivamente.

Knezevic et al. (1994) constataram que o caruru (*Amaranthus retroflexus*) quando emergiu após o estágio V7 do milho não causou perdas de rendimento de grãos, porém em uma densidade de 0,5 plantas por metro na linha do milho causou uma redução de 5% quando emergiu antes que o milho tivesse alcançado o estágio V4. Similarmente, Bosnic & Swanton (1997) observaram que o capim arroz (*Echinochloa crus-galli*) que emergiu após o estágio V4 do milho causou até 6% de redução no rendimento, porém as perdas foram muito maiores quando o capim arroz emergiu no início do ciclo do milho.

Hall et al. (1992) constataram que se as plantas daninhas não forem controladas antes do estágio fenológico V3/V4 do milho, uma rápida e irreversível redução do rendimento de grãos ocorrerá mesmo se as plantas daninhas forem controladas no restante do ciclo de desenvolvimento da cultura. Porém, Cox et al. (2006) verificaram que a interferência das plantas daninhas até o estágio V3/V4 do milho não influenciou significativamente o rendimento de grãos, sendo similar à testemunha limpa, porém quando a convivência das infestantes prolongou-se até os estádios V5/V6 e V7/V8 as reduções no rendimento de grãos foram de 25 e de 42%, respectivamente, quando comparado à testemunha limpa. A convivência do mato durante todo o ciclo do milho reduziu o rendimento de grãos em 71%.

Rajcan & Swanton (2001) postularam que a interferência das plantas daninhas na fase inicial de crescimento do milho altera a qualidade da luz e desencadeia no milho características que evitam o sombreamento, resultando em reduzidas taxas fotossintéticas, absorção de água e nutrientes. Da mesma forma, Maddonni & Otegui (2004) relataram que a competição intraespecífica no milho começa entre os estádios V4 e V6, a qual afeta conseqüentemente o crescimento da cultura, o número de grãos por espiga e o rendimento de grãos, o que indica que a

partir de V4 a competição interespecífica com as plantas daninhas pode incrementar esses efeitos negativos sobre a cultura.

2.5 PLANTIO DIRETO

O plantio direto é um sistema de exploração agropecuária que envolve diversificação de espécies via rotação de culturas, as quais são estabelecidas na lavoura mediante a mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo (Denardin & Kochhann, 1993). O plantio direto difere dos demais sistemas de cultivo, essencialmente, por o solo não ser revolvido e os resíduos vegetais, quer das plantas silvestres quer das cultivadas, permanecerem na superfície do terreno, formando o que se designa por cobertura morta (Almeida, 1985b).

Nesse sistema, devido ao fato de não movimentar o solo, ocorrem drásticas mudanças no comportamento das plantas daninhas (Velloso & Souza, 1993) e as coberturas mortas podem influir, qualitativa e quantitativamente, na composição da cobertura florística que nelas se desenvolve, por interferir no processo de quebra de dormência das sementes e pela sua ação alelopática sobre a germinação e desenvolvimento das plântulas (Almeida, 1985a).

Alterações das espécies de plantas daninhas resultam de mudanças nas práticas de cultivo e, muitos estudos de longo prazo têm mostrado uma mudança em direção à seleção de algumas espécies dicotiledôneas e gramíneas em sistema de plantio direto (Buhler, 1992). As espécies daninhas anuais tendem a diminuir, com um importante aumento de espécies perenes. Entretanto algumas espécies anuais,, como a *Brachiaria plantaginea* e a *Euphorbia heterophylla*, tem demonstrado uma maior agressividade no sistema de plantio direto em relação ao sistema convencional, especialmente em situações de pouca cobertura morta (Almeida, 1981; Lorenzi, 1984; Victoria Filho, 1984). Muitos trabalhos têm mostrado também que a densidade de gramíneas anuais aumenta assim que o revolvimento do solo diminui. Isto é atribuído à habilidade das sementes de gramíneas em germinar na superfície do solo ou muito próxima dela (Buhler & Mester, 1991; Ball, 1992).

A cobertura morta no plantio direto impede que muitas espécies daninhas germinem se encobertas por uma camada uniforme de palha. Estas germinam somente após a quebra da dormência de suas sementes, quando a palha já se decompôs. Com isto causa um importante atraso na germinação, permitindo que as plantas da cultura instalada provoquem o sombreamento total do solo, com acentuada redução na infestação de espécies daninhas. Este efeito depende, entretanto, do tipo de resto cultural e de sua distribuição e quantidade (Roman & Velloso, 1993).

Tem-se observado que algumas coberturas mortas exercem evidente efeito alelopático sobre algumas espécies de plantas daninhas, mas, devido a pouca quantidade de palha que produzem, logo perdem esse efeito e uma densa infestação toma conta do terreno. Porém, em outras espécies, mesmo não exercendo forte efeito alelopático produzem grande quantidade de palha, inibindo a emergência das infestantes, sobretudo pelo efeito físico sobre o solo (Rodrigues, 1997). A presença da cobertura morta, pela sua ação física é, pois, um dos fatores que influenciam a modificação do complexo florístico que se verifica em plantio direto. Nesse sistema o solo não é revolvido e este fato por si só influencia a intensidade e a composição florística da infestação que se desenvolve no terreno (Mateus et al., 2004).

Com o revolvimento alteram-se as condições físicas do solo, as quais influenciam a quebra de dormência das sementes que, se mantidas enterradas, permaneceriam dormentes (Almeida, 1991). O controle das plantas daninhas pela cobertura vegetal pode ocorrer tanto pelo efeito físico, por meio do impedimento da incidência luminosa, como pelos efeitos alelopáticos, onde a supressão das infestantes se dá devido à liberação dos aleloquímicos no ambiente comum (Thiesen et al., 2000; Favero et al., 2001). Desta forma, a existência da cobertura seca vegetal ou a adição de material orgânico sobre a superfície do solo podem alterar totalmente os resultados da convivência entre plantas daninhas e cultura (Deuber, 1992).

A não incorporação dos resíduos vegetais presentes na superfície do solo provoca alterações na dinâmica do banco de sementes das plantas daninhas, influenciando a quebra da dormência, a germinação e a ação de microrganismos. Outro aspecto importante da palhada é a possibilidade de liberação de substâncias

alelopáticas, que pode prejudicar ou favorecer a germinação e o desenvolvimento das plantas daninhas (Thiesen & Vidal, 1999).

Assim, os diferentes sistemas de manejo do solo, como o plantio direto, podem modificar a composição botânica da comunidade (Duarte & Deuber, 1999; Pereira et al., 2000; Jakelaitis et al., 2003). Essas modificações podem ser simples flutuações populacionais associadas a alterações temporárias ou podem ser definitivas, apresentando comportamento semelhante ao fenômeno de sucessão ecológica.

A evolução florística da comunidade ocorre de acordo com a intensidade, a regularidade e o tempo de utilização do sistema (Zanin et al., 1997). Dependendo da intensidade, essas alterações podem afetar o manejo, o controle e a competição exercida por essa comunidade com a cultura (Ghera et al., 2000). Uma das principais contribuições do sistema plantio direto ao meio ambiente foi a cobertura permanente do solo com plantas ou resíduos culturais, que reduzem a erosão hídrica, considerada o principal fator limitante do uso contínuo do solo com cultivos anuais na agricultura convencional (Santos et al., 2002).

A cobertura do solo proporciona efeitos positivos, como supressão de plantas daninhas, conservação da umidade do solo, acúmulo de nutrientes na superfície, controle da erosão e semeadura das culturas na melhor época, ou negativos, como efeitos alelopáticos sobre o desenvolvimento de culturas e as doenças que se multiplicam nos restos vegetais presentes na superfície do solo (Vidal & Bauman, 1996; Oliveira et al., 2001; Santos & Reis, 2001; Mateus et al., 2004).

Várias evidências têm mostrado que o sistema de plantio direto pode ser mais produtivo do que o sistema convencional devido à melhoria na qualidade do solo e eficiência no uso da água pelas plantas. Uma mudança do sistema convencional para o plantio direto irá alterar a composição específica, a densidade e o padrão temporal de emergência das plantas daninhas e, assim resultará em uma modificação na relação cultura-planta daninha que normalmente não é observada no sistema convencional (Buhler, 1995a; Doll et al., 1992).

Em geral, as plântulas das plantas daninhas tendem a emergir mais tarde, mas em uma maior densidade no plantio direto quando comparado ao plantio convencional. Isto talvez seja o resultado da baixa temperatura do solo associado ao

plantio direto (Fortin & Hamill, 1994). Uma outra tendência observada sob condições de plantio direto é a predominância de gramíneas anuais na população de plantas daninhas (Johnson et al., 1998). Buhler (1992) observou que a setaria (*Setaria viridis*) apresentou uma maior densidade e período mais longo de emergência sob condições de plantio direto do que em sistema convencional.

O impacto imediato destes resultados é uma alteração na força e padrão de competição entre cultura e plantas daninhas, pelo fato de que tanto a densidade quanto a ordem de emergência das plantas são determinantes no sucesso da competição (Harper, 1977; Weaver & Cavers, 1978).

2.6 COMUNIDADE INFESTANTE

A composição específica da comunidade infestante é um fator de fundamental importância na determinação do grau de interferência, pois as espécies de plantas integrantes da comunidade variam bastante em relação aos seus hábitos de crescimento e exigências em recursos do meio. Normalmente, as plantas que apresentam maior porte e crescimento mais rápido são as que causam maior interferência competitiva (Roush & Radosevich, 1985). A caracterização de comunidades de plantas daninhas apresenta grande interesse por contribuir na detecção de problemas e na escolha de estratégias de manejo e de controle a serem empregadas, nas mais diversas condições de sistemas agrícolas.

Nos países da Europa e da América do Norte, levantamentos florísticos e caracterizações de comunidades daninhas vêm sendo desenvolvidos, podendo-se mencionar o trabalho de Streibig (1979), que discorreu sobre a importância de estudos quantitativos na análise de aspectos ecológicos e fitossociológicos, assim como os trabalhos de Chancellor (1985), Dale & Thomas (1987), Salvá & Bermejo (1988) que, por meio de métodos quantitativos evidenciaram uma série de correlações entre plantas daninhas e características de solo, do clima e das formas de manejo das culturas onde elas ocorrem. O conhecimento da comunidade de plantas daninhas tem importância fundamental na tomada de decisão referente às práticas de manejo e controle, nas mais diversas formas de cultivo, como têm sido

evidenciado pelos trabalhos de Weber et al. (1995), Bárberi et al. (1997) e Stevenson et al. (1997).

No Brasil esta linha de pesquisa ainda é incipiente. Podem-se citar alguns levantamentos realizados na cultura do milho (Fonseca et al., 1983), em áreas com diferentes tipos de solo (Pagliarini et al., 1993), em áreas de gramado (Maimoni-Rodella et al., 1993) e em diversas áreas de cultura no estado do Paraná (Kranz, 1993). Nestes levantamentos, a flora ocorrente e os fatores determinantes das características observadas foram caracterizados.

A heterogeneidade da comunidade de plantas daninhas é definida pela variabilidade relativa das espécies no agroecossistema, a qual é alta nas comunidades onde o número de espécies é elevado e ocorre distribuição equivalente dessas espécies na área (Krebs, 1985). A composição das populações de plantas daninhas em um agroecossistema é reflexo de suas características edafoclimáticas e das práticas agronômicas adotadas, como manejo do solo e aplicação de herbicidas. Assim, o plantio direto pode alterar a população de plantas daninhas, a dinâmica do banco de sementes e a eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência, devido à cobertura do solo pelos resíduos vegetais, assim como também modificar as condições para a germinação de sementes e emergência das plântulas, em razão do efeito físico da palhada e da liberação de substâncias alelopáticas (Buhler et al., 1995b).

Essas mudanças podem causar alterações na dinâmica populacional das plantas daninhas, ou seja, mudanças na composição da comunidade infestante ao longo do tempo, considerando o número e a dominância relativa de cada espécie no agroecossistema (Zelaya et al., 1997). Um dos métodos mais utilizados no reconhecimento florístico em áreas agrícolas ou não, é o denominado estudo fitossociológico, que pode ser conceituado como a ecologia da comunidade vegetal e envolve as inter-relações de espécies vegetais no espaço e, de certo modo, no tempo (Martins, 1985).

Pitelli (2000, 2001) afirma que os índices fitossociológicos são importantes para analisar o impacto que os sistemas de manejo e as práticas agrícolas exercem sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes em agroecossistemas. Esses índices são descritos principalmente pela densidade

relativa, frequência relativa, dominância relativa e importância relativa das espécies. A importância relativa (IR) é uma ponderação da distribuição das populações na área, dos seus números de indivíduos e biomassas acumuladas e infere sobre quais são as espécies mais importantes em termos de infestação.

A aplicação de um método fitossociológico ou quantitativo num dado local e num dado tempo, permite fazer uma avaliação momentânea da composição da vegetação, obtendo dados de frequência, densidade, abundância, índice de importância e coeficiente de similaridade das espécies ocorrentes naquela formação. Assim, o método fitossociológico é uma ferramenta que, se usada adequadamente, permite fazer várias inferências sobre a comunidade em questão (Erasmus et al., 2004).

A posição que uma espécie ocupa numa comunidade vegetal, incluindo a localização no espaço e no tempo e a função que ela exerce na comunidade representa seu nicho ecológico. Quanto maior for a sobreposição de nichos (semelhança entre espécies), mais intensa será a competição por recursos do meio (Radosevich & Holt, 1984).

Em uma comunidade de plantas daninhas, nem todas as espécies exercem a mesma intensidade na interferência imposta ao desenvolvimento e à produtividade da cultura. Existem espécies dominantes, que são que originam a maior parte da interferência, as espécies secundárias, presentes numa menor densidade e cobertura e as acompanhantes, cuja presença é ocasional e que dificilmente resultam em problemas econômicos aos cultivos (Fernández-Quintanilla et al., 1991).

Do ponto de vista agrônomo, o conhecimento da estrutura de uma comunidade de plantas daninhas é muito importante. Antes de se determinar um programa de controle é necessário estabelecer uma ordem de prioridades entre as espécies presentes. As espécies predominantes, pela sua nocividade e abundância, deverão receber uma atenção especial, concentrando quase todos os esforços de controle (Kuva et al., 2007).

Embora as espécies secundárias não requeiram atenção individualizada, não se deve ignorar sua presença (Fernández-Quintanilla et al., 1991). Há exemplos de inversão das importâncias relativas das espécies devido à adoção de métodos de

controle (Monquero & Christofolleti, 2003) e à alteração no sistema de cultivo (Voll et al., 2001) ou no esquema de rotação de culturas (Buhler et al., 1997).

Qualquer mudança no sistema de produção agrícola acarreta alterações ambientais que, com frequência, resultam em grande impacto no tamanho da população de plantas daninhas, pois atuam como fator ecológico não-periódico. Com a repetição sistemática passam a atuar como fator ecológico periódico e, a tendência é de que a comunidade se restabeleça até a capacidade suporte do meio, porém, com uma composição específica que poderá ser diferente (Pitelli & Kuva, 1998).

Muitos trabalhos relatam diferenças na comunidade de plantas daninhas sob plantio direto em relação ao plantio convencional. Shrestha et al. (2002) verificaram que o cultivo reduzido geralmente favoreceu as espécies gramíneas anuais e perenes em relação às espécies dicotiledôneas. Da mesma forma Zelaya et al. (1997) verificaram que a população total de gramíneas foi muito maior em plantio direto, além de que, houve uma maior heterogeneidade das espécies em plantio direto em relação ao convencional, sugerindo que o cultivo do solo reduz a diversidade de plantas daninhas.

A composição da comunidade infestante em um agroecossistema em particular reflete o clima, características edáficas e práticas agronômicas (Froud-Williams et al., 1983; Zimdahl et al., 1988). As práticas agronômicas que afetam a comunidade infestante incluem o cultivo do solo e aplicação de herbicidas (Wrucke & Arnold, 1985).

Práticas de cultivo do solo alteram o agroecossistema e tendem a mudanças na heterogeneidade da comunidade das plantas daninhas. Muitos experimentos indicam que a redução no cultivo aumenta a diversidade de espécies. Cardina et al. (1991) encontraram que o número de gramíneas perenes foi muito maior em plantio direto do que no convencional, embora o plantio direto possa aumentar a diversidade de gramíneas anuais e de algumas dicotiledôneas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O trabalho experimental de campo foi conduzido no ano agrícola de 2005/06 na Fazenda Experimental Gralha Azul (FEGA), da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, município de Fazenda Rio Grande, PR, situada na latitude 25° 37' 32", longitude 49° 15' 29" e a 900 metros de altitude.

A região, segundo a classificação de Koëpen, apresenta clima do tipo Cfb – sub-tropical úmido, mesotérmico, com verões frescos, geadas severas e freqüentes no inverno, sem estação seca, com temperatura média do mês mais quente menor do que 22° C e média do mês mais frio menor que 18° C, a precipitação pluvial do trimestre menos chuvoso é de 250 a 300 mm e o mais chuvoso de 450 a 500 mm (IAPAR, 1976).

O experimento foi instalado em solo pertencente à unidade de mapeamento Cambissolo Húmico Tb distrófico típico (EMBRAPA, 1999).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos foram dispostos num esquema fatorial 4 x 5 + 2, de forma que os 22 tratamentos avaliados foram resultados da combinação de quatro níveis do fator períodos iniciais de controle: 0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 dias após a emergência (DAE) e cinco níveis do fator épocas para o reinício do controle das plantas daninhas: 28, 42, 56, 70 e 84 DAE e mais duas testemunhas, uma com e outra sem controle das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 Descrição dos tratamentos experimentais utilizados no experimento de campo. FEGA, Fazenda Rio Grande, PR. 2005/06.

Tratamentos	Período inicial de controle (dias)	Período de convivência (dias)	Reinício de controle (dias)
1	0 – 0	0 – 28	28 - colheita
2	0 – 0	0 – 42	42 – colheita
3	0 – 0	0 – 56	56 – colheita
4	0 – 0	0 – 70	70 - colheita
5	0 - 0	0 - 84	84 - colheita
6	0 – 7	7 – 28	28 - colheita
7	0 - 7	7 – 42	42 – colheita
8	0 – 7	7 – 56	56 – colheita
9	0 – 7	7 – 70	70 - colheita
10	0 – 7	7 - 84	84 - colheita
11	0 – 14	14 – 28	28 - colheita
12	0 – 14	14 – 42	42 – colheita
13	0 – 14	14 – 56	56 – colheita
14	0 – 14	14 – 70	70 - colheita
15	0 – 14	14 - 84	84 - colheita
16	0 - 21	21 – 28	28 - colheita
17	0 – 21	21 – 42	42 – colheita
18	0 – 21	21 – 56	56 – colheita
19	0 – 21	21 – 70	70 - colheita
20	0 - 21	21 - 84	84 - colheita
21	---	0 – colheita ¹	---
22	0 – colheita ²	---	---

¹ testemunha no mato.

² testemunha no limpo.

A parcela experimental foi composta por quatro linhas com 7,0 m de comprimento e espaçadas entre si de 0,80 m, perfazendo 22,4 m² de área total. Para fins de avaliação foram consideradas como área útil das parcelas as duas linhas centrais com 6,0 m de comprimento, totalizando 9,6 m².

A remoção das plantas daninhas durante os diferentes períodos de controle foi realizada por meio de capina química mediante o uso de um pulverizador costal com proteção lateral de bico (chapéu de Napoleão), para aplicação em jato dirigido entrelinhas, usando uma calda de paraquat (200g i.a.L⁻¹) a 2%, tantas vezes quantas foram necessárias para manter a cultura no limpo durante os períodos estipulados.

3.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado em uma área há oito anos sob plantio direto, tendo o trigo como cultura anterior. Inicialmente, com sete dias de antecedência à semeadura foi feito o manejo químico da resteva do trigo com glifosate na dose de $720 \text{ g e.a.ha}^{-1}$, sendo que a semeadura foi realizada em 22 de novembro de 2005, mecanicamente, com uma semeadora John Deere de 4 linhas, adaptada para a semeadura direta. Foram colocadas 10 sementes por metro linear de sulco, que foram tratadas com o inseticida tiodicarbe na dose equivalente a $600 \text{ g i.a./100 kg}$ de sementes, para prevenir a ação de insetos e manter a população desejada de plantas.

A semeadura foi realizada de acordo com a tecnologia recomendada para a cultura e a emergência ocorreu em 30 de novembro de 2005. Foi utilizado o híbrido simples DKB 214 de ciclo precoce. Para a adubação de semeadura foram utilizados 350 kg.ha^{-1} do formulado 10-20-20 + 0,5% de zinco, sendo feita mecanicamente no momento da semeadura de forma que todos os tratamentos receberam a mesma adubação de base visando atender às exigências nutricionais do milho.

Quando o milho atingiu o estágio fenológico V1, ou seja, uma folha totalmente expandida, foi realizado o desbaste manual de forma a uniformizar a população de plantas para $65.000 \text{ plantas.ha}^{-1}$. Foram utilizados os tratos culturais necessários para que a cultura se desenvolvesse normalmente. Assim, foi realizada a adubação de cobertura no estágio fenológico V4, ou seja, quatro folhas totalmente expandidas, aplicando-se 135 kg.ha^{-1} de nitrogênio, na forma de uréia, sendo realizada manualmente visando maior precisão da aplicação, que foi realizada lateralmente a 15 cm da linha do milho.

Para o controle de pragas foram realizadas duas pulverizações com lufenurom na dose de 15 g i.a.ha^{-1} , sendo as aplicações realizadas uma no estágio fenológico V4 e outra em V8, com equipamento pressurizado a CO_2 equipado com barra com seis pontas tipo leque XR 110.03, a $1,0 \text{ kgf.cm}^{-2}$ e volume de aplicação de 150 L ha^{-1} .

3.4 VARIÁVEIS AVALIADAS

3.4.1 RENDIMENTO DE GRÃOS

O rendimento de grãos foi avaliado na colheita das espigas da área útil das parcelas experimentais. Após a coleta das espigas foi feita a debulha e os grãos foram pesados para o cálculo do rendimento de grãos, em gramas por parcela, sendo os valores corrigidos para 13% de umidade e transformados em kg.ha⁻¹.

3.4.2 PERÍODO ANTERIOR À INTERFERÊNCIA, PERÍODO ANTERIOR À INTERFERÊNCIA SUBSEQÜENTE E PERÍODO CRÍTICO DE PREVENÇÃO DA INTERFERÊNCIA

Para a avaliação do período anterior à interferência (PAI), período anterior à interferência subsequente (PAI-S) e início do período crítico de prevenção da interferência (PCPI) ou período crítico de competição, os dados dos rendimentos do milho obtidos nos diferentes períodos de convivência com as plantas daninhas foram ajustados a um modelo de regressão não linear, segundo o modelo logístico, usando o programa *TableCurve 2D* v.5.01 conforme a equação 1:

$$y = a + \frac{b}{\left[1 + \left(\frac{x}{c}\right)^d\right]}$$
Equação 1

em que y é rendimento de grãos, x é o número de dias após a emergência do milho e a , b , c e d são coeficientes do modelo, de modo que a é o rendimento mínimo, b é a diferença entre o rendimento máximo e o mínimo, representando a perda de rendimento, c é tempo em dias em que ocorre 50% de resposta no rendimento de grãos e d é a declividade da curva.

O início do período crítico de competição, identificado pelo final do período anterior à interferência, foi determinado tolerando-se uma redução máxima aceitável de produção de 5% em relação àquela obtida nas parcelas mantidas no limpo durante todo o ciclo (Hall et al., 1992; Van Acker et al., 1993). Tem sido sugerido um

percentual máximo tolerável de perdas de rendimento de grãos em milho de 5% (Hall et al., 1992) e tem sido usado na literatura como um valor hipotético para um limite de dano econômico em milho (Knezevic et al., 1994). Além disso, embora arbitrariamente escolhido, o nível de 5% de perdas de rendimento é um provável valor entre aquele aceitável pelo produtor e o requerido para a detecção de diferenças estatísticas na produção (Evans et al., 2003a).

3.4.3 PERDAS PERCENTUAIS DE RENDIMENTO DE GRÃOS

Aos dados de rendimento de grãos foram calculadas as perdas percentuais em relação às parcelas mantidas livre da presença das plantas daninhas, de acordo com a equação 2:

$$Pr(\%) = \frac{(Rspd - Rcpd)}{Rspd} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

onde *Pr* é a perda de rendimento (%); *Rspd* é rendimento de grãos obtido sem as plantas daninhas (testemunha limpa) e *Rcpd* é rendimento de grãos com as plantas daninhas nos diferentes períodos de convivência.

Aos dados de porcentagens de perdas de rendimento de grãos do milho, em função do acúmulo de biomassa seca pelas plantas daninhas, nos tratamentos submetidos aos diferentes períodos de convivência em relação à testemunha sem convivência com as plantas infestantes (limpa), foi ajustado o modelo de regressão não linear da hipérbole retangular, proposto por Cousens (1985), usando o programa *TableCurve 2D* v.5.01, conforme a equação 3:

$$Pr = \frac{(i * X)}{\left[1 + \left(\frac{i}{a} \right) * X \right]} \quad \text{Equação 3}$$

em que: *Pr* é perda de rendimento (%); *X* é massa seca das plantas daninhas; *i* é perda de rendimento (%) por unidade de planta daninha quando a sua biomassa seca aproxima-se de zero; e *a* é perda de rendimento (%) quando a biomassa seca das plantas daninhas tende ao infinito.

3.4.4 MATÉRIA SECA, COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA E ESTUDO FITOSSOCIOLÓGICO DA COMUNIDADE INFESTANTE

A comunidade infestante foi avaliada ao final de cada período de convivência com o milho (28, 42, 56, 70 e 84 dias após a emergência - DAE), sendo feita a identificação, quantificação e coleta de todas as plantas daninhas presentes em 0,25 m² central da área útil de cada parcela experimental. Foi realizada a separação das plantas daninhas em monocotiledôneas e dicotiledôneas, para posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70°C até peso constante e pesagem em balança de precisão de 0,01 g, para determinação da biomassa seca acumulada da parte aérea das plantas infestantes (g.m⁻²).

Na comunidade infestante foram realizados estudos fitossociológicos das populações presentes, conforme metodologia proposta por Mueller-Dombois & Elleberg (1974), sendo avaliados os seguintes índices fitossociológicos para cada espécie:

3.4.4.1 Densidade relativa (DeR)

Expressa a porcentagem de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da comunidade, conforme equação 4:

$$DeR = \frac{Dsp}{DTsp} \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

em que *Dsp* é a densidade de uma espécie e *DTsp* é a densidade total de espécies da comunidade infestante.

3.4.4.2 Freqüência relativa (FeR)

Expressa a porcentagem de amostras em que os indivíduos de uma espécie foram detectados em relação ao número total de amostras efetuadas, conforme a equação 5:

$$FeR = \frac{Fsp}{FTsp} \times 100 \quad \text{Equação 5}$$

em que Fsp é a frequência de uma espécie e $FTsp$ é a soma da frequência de todas as espécies da comunidade.

3.4.4.3 Dominância relativa (DoR)

Expressa a porcentagem de biomassa seca acumulada por uma espécie em relação à biomassa seca total da comunidade, conforme a equação 6:

$$DoR = \frac{MSsp}{MSTsp} \times 100 \quad \text{Equação 6}$$

em que $MSsp$ é biomassa seca acumulada pela espécie e $MSTsp$ é biomassa seca total da comunidade infestante.

3.4.4.4 – Importância relativa (IR)

Expressa a porcentagem do índice de valor de importância de uma espécie em relação à somatória dos índices de valor de importância de todas as espécies da comunidade, conforme equação 7:

$$IR = \frac{VIs_p}{VITsp} \times 100 \quad \text{Equação 7}$$

em que VIs_p é o índice de valor de importância de uma espécie e $VITsp$ é o somatório dos índices de valor de importância de todas as espécies da comunidade.

O índice de valor de importância de uma espécie é calculado pela somatória da DeR , FeR e DoR , conforme a equação 8:

$$VI = DeR + FeR + DoR \quad \text{Equação 8}$$

3.4.4.5 Índice de diversidade (H')

Na comunidade infestante, foi ainda determinado o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') conforme citado por Pinto-Coelho (2000), obtido por meio da equação 9:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad \text{Equação 9}$$

em que s é o número de espécies e p_i é a proporção da amostra contendo indivíduos da espécie i .

O índice de diversidade de Shannon-Weaver é muito utilizado para quantificar a diversidade de espécies em estudos ecológicos e depende basicamente da riqueza de espécies (S) em determinada comunidade e da eqüitabilidade (E) com que os indivíduos são distribuídos entre as espécies (Begon et al., 1996). Assim, quanto mais alto é o valor do índice maior é o número de espécies e menor o domínio da comunidade por uma ou poucas espécies (Odum, 1988). O índice de Shannon-Weaver (H') é nulo quando há uma única espécie e seu valor é máximo (H_{\max}) quando todas as espécies têm a mesma abundância (Dajoz, 2005).

3.4.4.6 Índice de similaridade (IS)

A partir do levantamento da comunidade infestante e utilizando os índices binários da ausência e presença das diferentes espécies de plantas daninhas dentro de um mesmo período inicial e diferentes períodos de reinício de controle, assim como para diferentes períodos iniciais dentro de um mesmo período de reinício de controle das infestantes, foi feita a estimativa do índice de similaridade (IS) florística utilizando o índice de similaridade de Sorensen (Sorensen, 1972) de acordo com a equação 10:

$$IS = \frac{2C}{A + B} \quad \text{Equação 10}$$

em que A é o número de espécies identificadas na amostra a , B é o número de espécies identificadas na amostra b e C é o número de espécies comum a ambas as amostras. O IS varia de 0 a 1, sendo máximo quando todas as espécies são comuns às duas áreas e mínimo quando não há espécies em comum.

As medidas de similaridade são muito utilizadas em ecologia de comunidades, sendo muito peculiares, uma vez que se trata de coeficientes

descritivos e não parâmetros estatísticos, não existindo por isso intervalos de confiança ou erros estimados (Pinto-Coelho, 2000).

Além das variáveis acima descritas, foi também realizada em duas faixas laterais com 3,2 m de largura cada uma, ou seja, quatro linhas de semeadura, uma de cada lado, ao longo da área experimental, onde as plantas daninhas se desenvolveram livremente sem a interferência das plantas de milho, pois foi desligado o sistema de distribuição de sementes de milho, a coleta, contagem, identificação e separação em monocotiledôneas e dicotiledôneas, das plantas daninhas presentes em uma área de 0,25 m² no final de cada período de convivência (28, 42, 56, 70 e 84 DAE), sendo realizada quatro repetições para cada época de amostragem.

Posteriormente foi realizada a secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70°C até peso constante e pesagem em balança de precisão de 0,01 g, para determinação da biomassa seca acumulada da parte aérea das infestantes (g.m⁻²), que foram comparadas com a biomassa seca acumulada pelas plantas infestantes que conviveram com o milho nos mesmos períodos, avaliando-se assim a capacidade competitiva do milho sobre as plantas infestantes.

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados de rendimento de grãos obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância usando o programa *ESTAT* v. 2.0. Para análise e avaliação do período anterior à interferência, período anterior à interferência subsequente e período crítico de competição, os dados de rendimento de grãos obtidos nos diferentes períodos de convivência foram ajustados a um modelo de regressão não linear conforme a equação 1. Os dados de rendimento de grãos e as perdas percentuais de rendimento obtidas em função dos diferentes períodos de convivência foram submetidos à análise de correlação em relação à densidade e acúmulo de biomassa seca das plantas daninhas e, os dados cujas variáveis apresentaram as correlações significativas (5%), foram ajustados a um modelo de regressão não linear conforme a equação 3, com o objetivo de se estimar as perdas percentuais de rendimento de grãos.

O ajuste dos dados aos modelos de regressão não linear foi realizado pelo procedimento de ajuste das curvas às funções de transição (não lineares) do programa *TableCurve 2D* v. 5.01. Para se proceder aos cálculos de ajuste, utilizou-se o algoritmo de Levenberg-Marquardt, o qual por sucessivas iterações estima os valores dos coeficientes, nos quais a soma dos quadrados dos desvios das observações, em relação aos valores ajustados, seja mínima. O critério de aceitação do ajuste dos dados aos modelos baseou-se no coeficiente de determinação (R^2), na soma dos quadrados dos resíduos (SQR), no valor de F (5%) e na observação do comportamento biológico justificável das curvas.

Com relação ao estudo fitossociológico, os valores de importância relativa das plantas daninhas (IR) dos diferentes tratamentos foram submetidos à análise de agrupamentos (Cluster) e análise de componentes principais, com a finalidade de agrupar os tratamentos de acordo com seu grau de similaridade e verificar a capacidade discriminatória das plantas daninhas no processo de formação dos agrupamentos.

Na realização da análise de agrupamentos empregou-se como medida de semelhança entre tratamentos a distância euclidiana (coeficiente de dissimilaridade), com o algoritmo de Ward, que utiliza a análise de variância para avaliar a distância entre dois agrupamentos (clusters), ou seja, minimiza a soma de quadrados entre dois agrupamentos que podem ser ligados.

A análise de componentes principais permite uma visualização bidimensional das unidades experimentais bem como a descrição das características que discriminam essas unidades. Por meio dos autovalores extraídos da matriz de covariância dos dados originais são criadas combinações lineares denominadas autovetores que retêm parte da variabilidade original contida nos dados. O autovetor construído com o maior autovalor é denominado de primeiro componente principal, o segundo autovetor é construído com o segundo maior autovalor e assim sucessivamente até a construção do último autovetor gerado com o menor autovalor. Para as análises multivariadas de agrupamentos e de componentes principais, foi utilizado o programa *STATISTICA* v. 7.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados mensais de precipitações pluviométricas e de temperaturas, mínimas e máximas, registradas na região durante a condução e na fase de coleta de dados do experimento foram obtidos na estação agrometeorológica da FEGA/PUCPR e são apresentados na Figura 1.

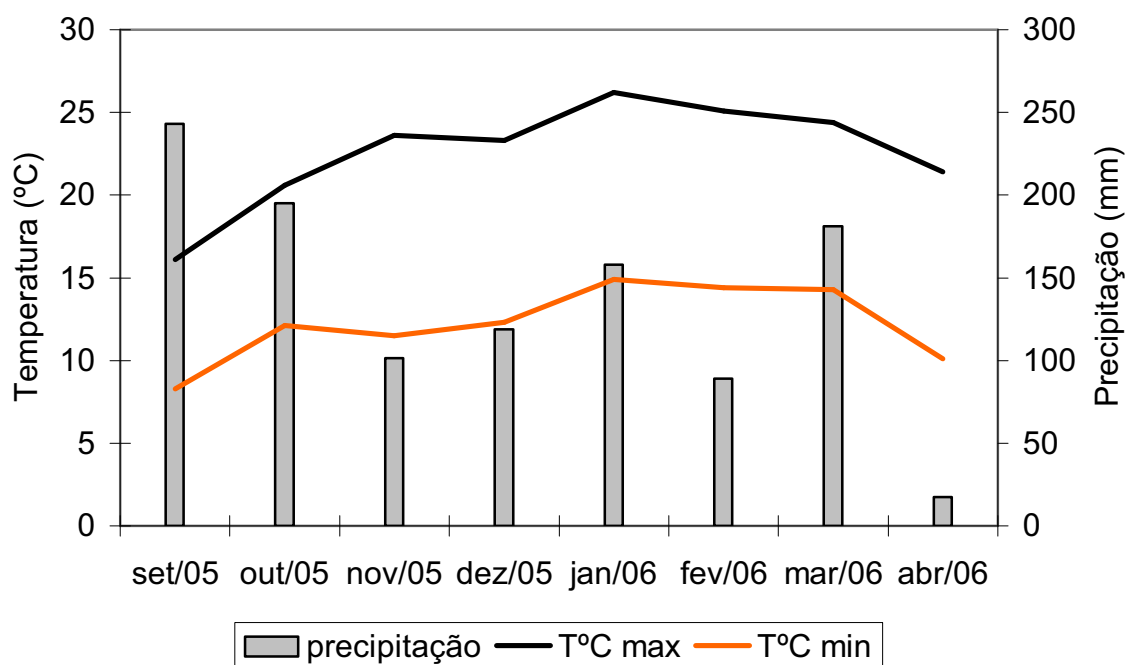


FIGURA 1 Médias mensais das temperaturas máximas e mínimas (°C) e precipitação pluviométrica total mensal (mm) ocorridas durante a condução e coleta de dados do experimento de campo. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR. 2005/06.

Verifica-se que as médias das temperaturas máximas e mínimas mensais ocorridas durante o período de crescimento e desenvolvimento da cultura podem ser consideradas como favoráveis à obtenção de altos rendimentos de grãos, visto estarem dentro dos limites considerados aceitáveis em termos de exigências térmicas ao pleno desenvolvimento e produção do milho. Segundo Fancelli &

Dourado Neto (1997), a cultura do milho exige durante seu ciclo de 400 a 600 mm de precipitação para que produza a contento, sem a necessidade de água suplementar pela irrigação. Considerando tal fato, a média de precipitação acumulada de 666 mm bem distribuídos (Figura 1) durante o período de crescimento da cultura satisfaz plenamente às necessidades hídricas do milho.

Na Tabela 2 está representado o número de dias após a emergência do milho em que foram caracterizados os estádios fenológicos (VE a R3) e a colheita do milho.

TABELA 2 Dias após a emergência (DAE) do milho em que os estádios fenológicos (VE a R3) e a colheita foram caracterizados. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Estádios fenológicos	Caracterização ¹	DAE
VE	emergência	0
V1	1 folha expandida ²	2
V2	2 folhas expandidas	5
V3	3 folhas expandidas	11
V4	4 folhas expandidas	16
V5	5 folhas expandidas	20
V6	6 folhas expandidas	24
V7	7 folhas expandidas	28
V8	8 folhas expandidas	31
V9	9 folhas expandidas	35
V10	10 folhas expandidas	39
V11	11 folhas expandidas	42
V12	12 folhas expandidas	47
V13	13 folhas expandidas	50
V14	14 folhas expandidas	52
V15	15 folhas expandidas	54
V16	16 folhas expandidas	56
V17	17 folhas expandidas	58
V18	18 folhas expandidas	60
V19	19 folhas expandidas	63
VT	pendoamento	65
R1	espigamento	70
R3	grão leitoso	84
colheita	colheita	135

¹ a caracterização do estágio fenológico é definida quando 50% ou mais das plantas da parcela apresentam as características descritas.

² folha expandida é aquela que apresenta visível o colar, ou seja, o ponto de união entre a lâmina e a bainha foliar visível.

Fonte: RITCHIE, et al. 1993.

A cultura do milho tem sua fenologia influenciada pela temperatura ambiente, assim, verifica-se que nos primeiros 30 dias do ciclo vegetativo as temperaturas foram iguais ou inferiores a 25 e 14°C (Figura 1), para médias das máximas e das mínimas, respectivamente, fazendo com que a duração de cada um dos estádios fenológicos vegetativos tenha sido um pouco mais longo do que o normal. A partir do estágio V12, que ocorreu em meados de janeiro de 2006, quando as médias mensais das temperaturas máximas e mínimas foram as mais altas observadas durante a estação de crescimento do milho (Figura 1), houve uma redução no intervalo de tempo entre a caracterização dos estádios fenológicos em relação aos primeiros 30 dias após a emergência (DAE) da cultura, ocorrendo em média a cada dois dias um novo estágio fenológico do milho.

4.1 PERÍODO ANTERIOR À INTERFERÊNCIA (PAI), PERÍODO ANTERIOR À INTERFERÊNCIA SUBSEQÜENTE (PAI-S) E PERÍODO CRÍTICO DE PREVENÇÃO DA INTERFERÊNCIA (PCPI)

Nas Figuras 2, 3, 4 e 5 são apresentadas às curvas de tendência do rendimento de grãos do milho em função dos diferentes períodos iniciais e de reinício de controle das plantas daninhas e, na Tabela 3, os valores dos coeficientes obtidos pelo ajuste do modelo logístico aplicado ao rendimento de grãos do milho.

De acordo com a tendência das curvas obtidas para os quatro grupos de tratamentos com diferentes períodos iniciais e de reinício de controle das plantas daninhas (Figuras 2, 3, 4 e 5), observa-se que a redução no rendimento de grãos do milho em função dos diferentes períodos de convivência com as plantas infestantes apresentou uma resposta sigmoideal, indicando que na fase inicial, de menor inclinação e mais suave da curva, a interferência das plantas daninhas era baixa, pelo fato das plantas serem jovens e ainda não ocorrer disputa pelos recursos do meio. À medida que a convivência aumentou, iniciou a interferência entre cultura e plantas daninhas, com competição interespecífica por água e nutrientes, acarretando reduções crescentes nas perdas de rendimento de grãos, representando a fase de maior inclinação e linear da curva, verificando-se que cada indivíduo teve o máximo de impacto no rendimento de grãos da cultura.

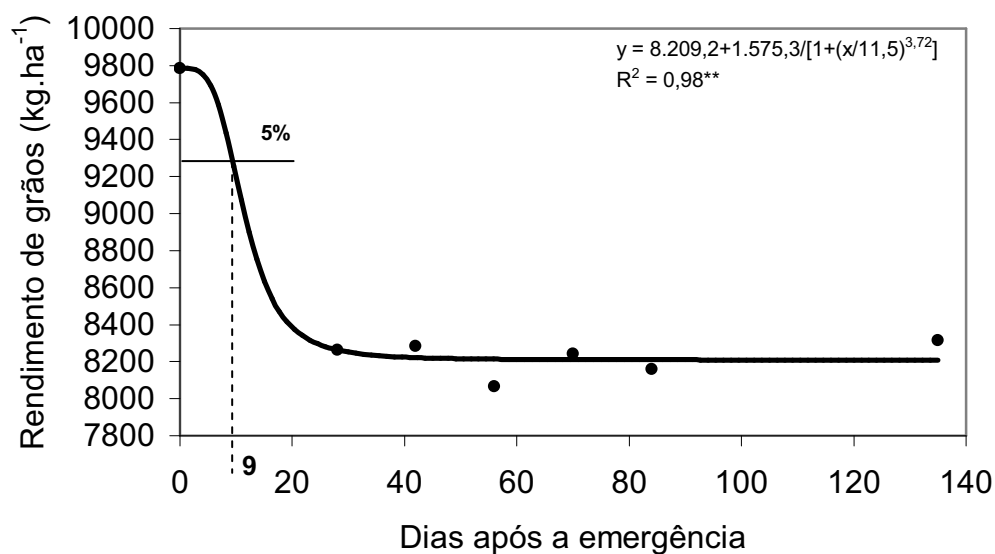


FIGURA 2 Efeito do período de 0-0 dia de controle inicial e dos diferentes períodos de reinício de controle das plantas daninhas sobre o rendimento de grãos na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

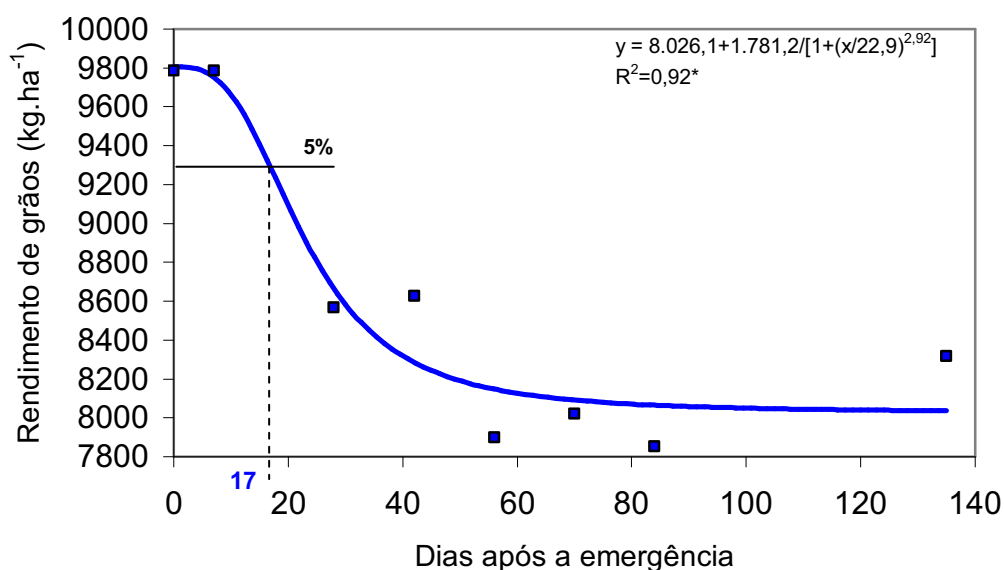


FIGURA 3 Efeito do período de 0-7 dias de controle inicial e dos diferentes períodos de reinício de controle das plantas daninhas sobre o rendimento de grãos na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

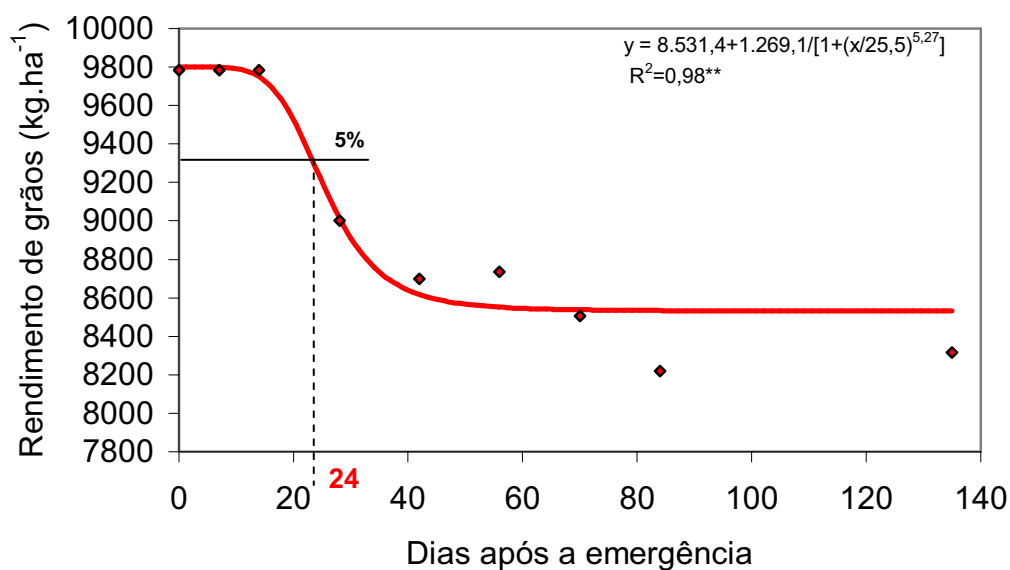


FIGURA 4 Efeito do período de 0-14 dias de controle inicial e dos diferentes períodos de reinício de controle das plantas daninhas sobre o rendimento de grãos na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

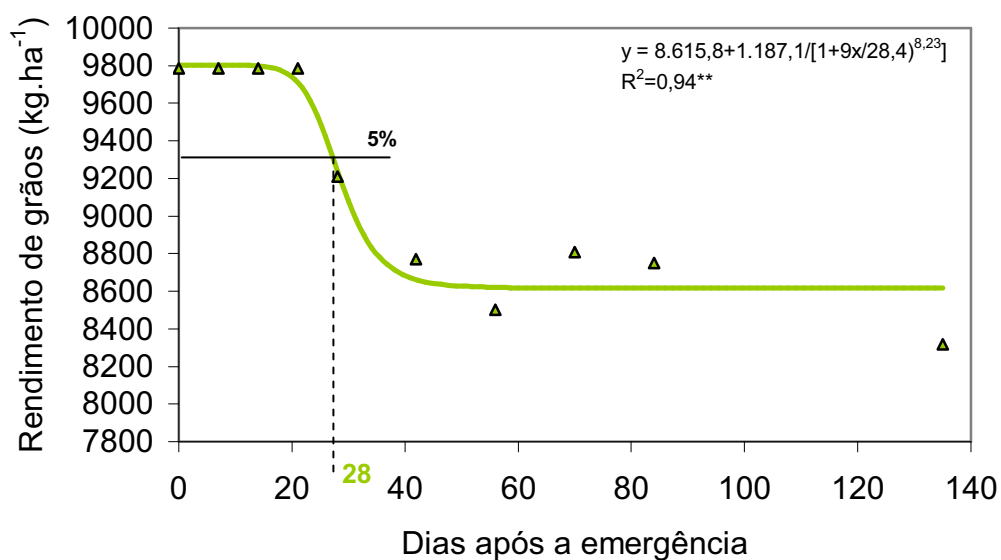


FIGURA 5 Efeito do período de 0-21 dias de controle inicial e dos diferentes períodos de reinício de controle das plantas daninhas sobre o rendimento de grãos na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Em certo ponto dessa interferência, à medida que a convivência se prolongou e com o aumento de densidade e acúmulo de biomassa pelas plantas infestantes, estas começaram a se sobrepor, começando a competir por luz e espaço e, dessa forma, se iniciou a competição intraespecífica e as perdas de rendimento tenderam a se estabilizar. Isto ocorre porque num determinado momento as plantas de milho já definiram seu potencial produtivo e não respondem mais à interferência das plantas daninhas, porém, se estas forem eliminadas após este momento, também não haverá ganhos de produção.

No final da curva, novamente de menor inclinação e mais suave, verifica-se que o efeito de cada planta daninha, além das já existentes, foi pouco pronunciado, sendo essa resposta atribuída à redução e à sobreposição da área de influência de cada planta daninha. Os efeitos negativos das plantas daninhas na cultura variam conforme o grau de infestação, a espécie e a duração do período de interferência. De modo geral, a relação entre infestação e rendimento econômico da cultura é não linear e segue um padrão sigmoidal. A não linearidade da resposta ocorre porque cada espécie de planta daninha adicional, em infestação elevada, apresenta menos impacto no desenvolvimento do milho do que quando as plantas daninhas estão em densidade relativamente baixa (Cousens, 1985).

Esse comportamento biológico representado pelo modelo sigmoidal da curva descrito pela equação logística (1), possui um ponto de inflexão (coeficiente c), que representa tempo para que ocorra 50% de redução no rendimento de grãos, a estabilização (coeficiente a), que representa um limite superior para a perda do rendimento ou rendimento mínimo e a perda de rendimento de grãos (coeficiente b). Assim, verifica-se nas Figuras 2, 3, 4 e 5, que as reduções do rendimento de grãos foram mais intensas no grupo de tratamentos em que os períodos iniciais de controle foram menores, tais como o de 0-0 e 0-7 DAE do milho em relação àqueles de maior período inicial de controle (14 e 21 DAE), pois o coeficiente b do modelo logístico (equação 1), que representa a perda de rendimento de grãos, foi maior para os períodos iniciais de controle de 0-0 e 0-7 DAE, com valores de 1.575,3 e 1.781,2 kg.ha^{-1} , respectivamente, conforme a Tabela 3.

Estes resultados sugerem que o controle de plantas daninhas na fase inicial do ciclo de desenvolvimento do milho é essencial para evitar perdas no rendimento

de grãos, pois as plantas daninhas que emergem com a cultura ou pouco após causam muito mais perdas de rendimento do que aquelas que emergem em estádios mais avançados da cultura (Dew, 1972; O'Donovan et al., 1985; Hall et al., 1992; Knezevic et al., 1994; Murphy et al., 1996; Swanton et al., 1999).

TABELA 3 Coeficientes obtidos pelo modelo logístico aplicado ao rendimento de grãos do milho em função dos diferentes períodos iniciais e de reinício de controle das plantas daninhas. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Período inicial de controle	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	R ²	F
0 – 0 DAE [†]	8.209,2	1.575,3	11,4	3,72	0,98	51,3 ^{**}
0 – 7 DAE	8.026,1	1.781,2	22,9	2,92	0,92	16,5 [*]
0 – 14 DAE	8.531,4	1.269,1	25,5	5,27	0,98	85,7 ^{**}
0 – 21 DAE	8.615,8	1.187,1	28,4	8,23	0,94	33,5 ^{**}

[†] dias após a emergência.

^{**} significativo a 1% de probabilidade.

^{*} significativo a 5% de probabilidade.

a - rendimento mínimo.

b - diferença entre rendimento máximo e mínimo, ou seja, a perda de rendimento de grãos.

c - tempo em dias em que ocorre 50% de resposta no rendimento de grãos.

d - declividade da curva.

R² - coeficiente de determinação.

F - valor da estatística F.

Admitindo-se uma perda máxima aceitável de 5% no rendimento de grãos, o milho passou a ser prejudicado pela comunidade infestante a partir de 9 DAE, quando o período inicial de controle foi de 0-0 dia (Figura 2), ou seja, cultura e comunidade infestante emergiram simultaneamente, apresentando assim um período de 9 DAE durante o qual a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que ocorra redução significativa na sua produtividade, ou seja, o período anterior à interferência (PAI), o que correspondeu ao estágio fenológico V2 (duas folhas expandidas) do milho. Estes resultados estão de acordo com os obtidos em outros trabalhos que também indicaram o início do período crítico de prevenção da interferência no estágio fenológico de duas folhas totalmente expandidas – V2 (Defelice, 2001; Kozlowski, 2002; Evans et al., 2003b; Norsworthy & Oliveira, 2004).

As razões da variabilidade observada em diversos trabalhos para o início e fim do período crítico de interferência devem-se às diferenças na fertilização nitrogenada, na composição da comunidade infestante, na densidade e na época de

emergência das plantas daninhas nos diferentes locais (Hall et al., 1992; Halford et al., 2001; Evans et al., 2003a), de características de cultura, cultivar, local, variáveis ambientais (Zimdahl, 1988; Swanton & Weise, 1991), práticas culturais, época de semeadura e dos critérios estabelecidos com relação aos métodos utilizados para determinar o período crítico de interferência (Knezevic et al., 2002).

Com períodos iniciais crescentes de controle de 0-7, 0-14 e 0-21 DAE (Figuras 3, 4 e 5), simulando um controle em pós-emergência com produtos herbicidas sem atividade residual, verifica-se que os novos fluxos de emergência das plantas daninhas que ocorreram posteriormente ao controle inicial, causaram uma reinfestação na cultura, de modo que o crescimento da comunidade infestante foi intenso a ponto de interferir na produtividade do milho e produzir um segundo PAI, chamado de período anterior à interferência subsequente (PAI-S), sendo este o período desde a aplicação do herbicida ou do controle das plantas infestantes até o momento em que a nova comunidade infestante (reinfestação) passou a interferir significativamente na produtividade da cultura (Pitelli, 2006).

Assim, os resultados evidenciam a existência do PAI-S e, em função dos períodos iniciais de controle 0-7, 0-14 e 0-21 DAE, os PAI-S foram de 17, 24 e 28 DAE do milho, correspondendo aos estádios fenológicos V4, V6 e V7, respectivamente (Figuras 3, 4 e 5). Desta forma, o início do período crítico de prevenção da interferência (PCPI), começa a partir do final do PAI-S e se caracteriza pelo período durante o qual é imprescindível realizar o controle da comunidade infestante para que não ocorra redução significativa no rendimento de grãos. É importante salientar que, antes do final do PAI e PAI-S, mesmo se houver interferência, a cultura consegue se recuperar e manifestar seu potencial produtivo, porém, após o final do PAI e PAI-S, esta recuperação não ocorre a ponto da cultura manifestar seu potencial produtivo.

Os resultados mostram que a interferência e os efeitos competitivos das plantas daninhas em milho são importantes na fase inicial do ciclo de desenvolvimento da cultura, pois quanto mais precoce for a época de germinação das plantas daninhas, mais cedo terão uma capacidade de competir pelos recursos do meio prejudicando o rendimento final de grãos. Portanto, o controle das infestantes no início do ciclo de desenvolvimento é fundamental e necessário para

se alcançar o máximo potencial de produção da cultura (Roush & Radosevich, 1985; Zimdahl, 1988). O controle de plantas daninhas ao longo da estação de crescimento do milho com o mínimo de perdas de rendimento parece viável com uma simples aplicação de herbicida pós-emergente se a densidade das plantas daninhas for baixa, os fluxos subseqüentes de germinação das infestantes forem mínimos e a época de aplicação do herbicida for apropriada.

Entretanto, quando as densidades forem muito altas, cuidados devem ser tomados para proteger o milho da interferência das plantas daninhas logo após a emergência, como evidenciado pelo início de período crítico de competição que ocorreu tão precocemente quanto ao observado nos primeiros dias após a emergência, quando o milho apresentava de duas (V2) a sete (V7) folhas totalmente expandidas, ou seja, entre 9 e 28 DAE. Sob esta circunstância, um herbicida residual seria necessário na semeadura ou um pós-emergente deveria ser aplicado logo após a emergência do milho e reaplicado mais tarde, de forma a evitar a interferência das plantas daninhas e, conseqüentemente a redução do rendimento de grãos.

Apesar de o período crítico de interferência apresentar variações em função dos diferentes locais, anos e condições de manejo, a informação do período crítico proporciona informações úteis com relação ao melhor momento para o controle das plantas daninhas, com base em variáveis intrínsecas, em relação ao sistema de produção ou para uma comunidade infestante diversificada. Na prática, a partir de uma certa intensidade, os efeitos da interferência são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou da produtividade da cultura após a retirada do estresse causado pela presença das plantas daninhas (Kozlowski, 2002).

Dessa forma, em termos de manejo de plantas daninhas, PAI e PAI-S tornam-se os períodos de maior importância do ciclo cultural, a partir dos quais a produtividade é significativamente prejudicada. Esses períodos definem o período ideal para o início do controle das plantas daninhas em pós-emergência, pois além de não prejudicar a produtividade, as plantas daninhas teriam mobilizado uma quantidade de nutrientes que seriam gradativamente devolvidos ao sistema e colocados à disposição da cultura, além dos benefícios da cobertura morta.

A definição das situações em que haverá o PAI-S e em quais este será precoce ou tardio no restante do ciclo da cultura, são fundamentais para o planejamento do número e épocas de aplicação do herbicida sem ação residual ou do estabelecimento de combinações de produtos ou estratégias de manejo.

Os dados de produtividade confirmam os efeitos prejudiciais da interferência das plantas daninhas sobre a cultura, de modo que a convivência com as plantas daninhas prejudicou significativamente o rendimento de grãos do milho no tratamento testemunha no mato, observando-se uma redução de 15% no rendimento de grãos em relação à testemunha capinada. Esses resultados concordam com trabalhos anteriores, em que se constatou uma redução entre 10 a 91% no rendimento de grãos devido à interferência das plantas daninhas (Wilson & Westra, 1991; Spader & Vidal, 2000b; Harrison et al., 2001; Massinga et al., 2001; Hellwig et al., 2002; Kozłowski, 2002; Cathcart & Swanton, 2004; Alford et al., 2005; Cox et al., 2006; Williams, 2006).

4.2 PERDAS PERCENTUAIS DE RENDIMENTO DE GRÃOS

Na Tabela 4 são apresentados os coeficientes de correlação entre rendimento de grãos, perdas percentuais de rendimento, densidade e acúmulo de biomassa seca das plantas daninhas nos diferentes períodos iniciais e de reinício do controle das plantas infestantes. Verifica-se que não houve correlação da densidade de plantas daninhas com rendimento de grãos e perdas de rendimento, porém, a biomassa seca acumulada pelas plantas infestantes correlacionou-se negativamente com rendimento de grãos e positivamente com perdas de rendimento. Esses resultados evidenciam que o incremento na biomassa das plantas daninhas reduz o rendimento do milho, com conseqüente aumento nos níveis percentuais de perdas de rendimento, de modo que a biomassa seca acumulada pelas plantas infestantes determinou 43% na variação do rendimento de grãos e 41% na variação das perdas percentuais de rendimento do milho.

TABELA 4 Coeficientes de correlação para rendimento de grãos, perdas percentuais de rendimento, densidade e acúmulo de biomassa seca das plantas daninhas avaliadas nos diferentes períodos iniciais e de reinício de controle das plantas infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda rio Grande, PR, 2005/06.

Variáveis	Densidade de plantas daninhas	Biomassa seca das plantas daninhas
	Coeficientes de correlação (r)	
Rendimento de grãos	- 0,12 ^{ns}	- 0,43 ^{**}
Perdas de rendimento	0,09 ^{ns}	0,41 ^{**}

^{**} significativo a 1% de probabilidade.

^{ns} não significativo.

Na Figura 6 são apresentadas às curvas de tendência das perdas percentuais do rendimento de grãos do milho, estimadas em função do acúmulo de biomassa da plantas daninhas nos diferentes períodos iniciais e de reinício de controle das plantas infestantes e, na Tabela 5, os valores dos coeficientes obtidos pelo ajuste do modelo da hipérbole retangular (equação 3). Verifica-se que o modelo ajustou os dados para o acúmulo de biomassa das plantas daninhas, sendo os valores da estatística F significativos para todos os períodos iniciais de controle.

Verifica-se na Figura 6 que, para cada período inicial de controle, houve um aumento no percentual de perdas do rendimento de grãos do milho à medida que houve incremento no acúmulo de biomassa das plantas daninhas, porém, a partir de uma determinada época, ou biomassa seca acumulada, houve uma estabilização nas perdas de rendimento. Da mesma forma, constata-se que houve níveis diferenciados de perdas estimadas no rendimento de grãos entre os diferentes períodos iniciais de controle, devido às diferenças na biomassa seca acumulada pela comunidade infestante, que apresentaram um máximo de 240,7, 187,8, 82,9 e 31,9 g.m⁻² de biomassa seca, para 0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 dias de controle inicial, respectivamente.

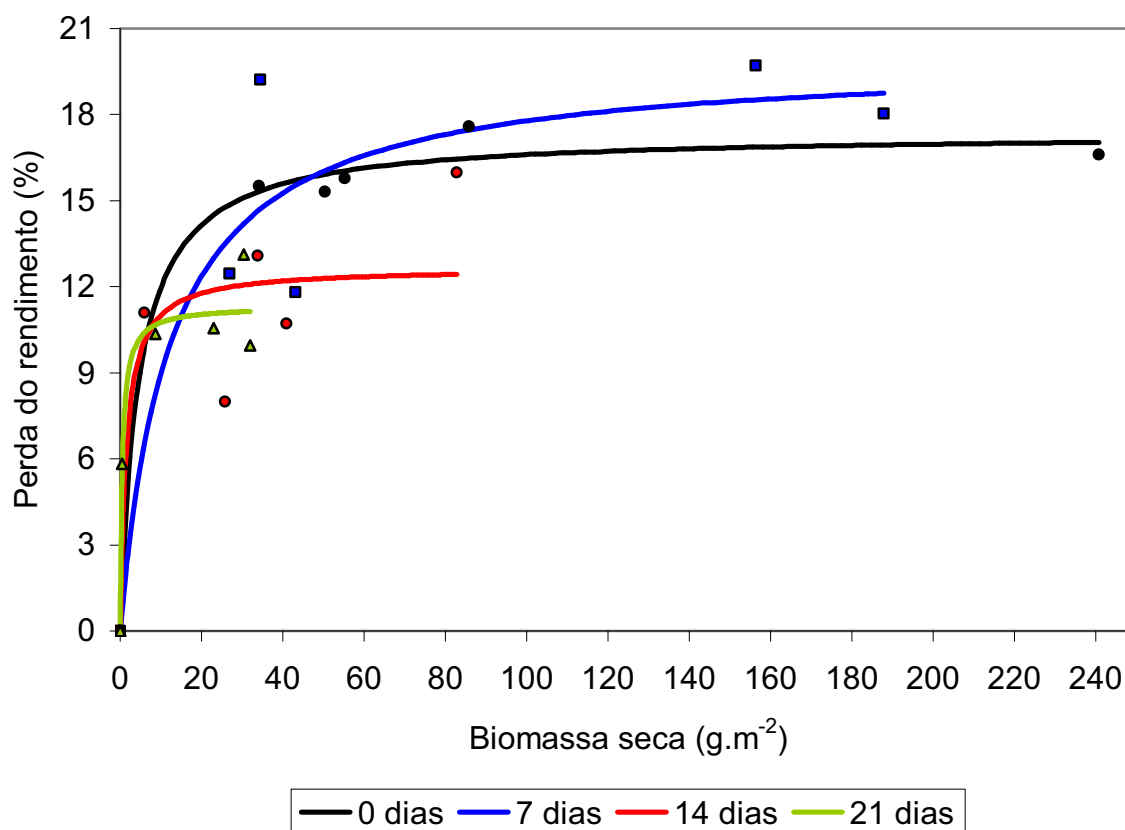


FIGURA 6 Perdas de rendimento de grãos do milho estimadas pelo modelo da hipérbole retangular, em função do acúmulo de biomassa seca das plantas daninhas nos diferentes períodos iniciais e de reinício do controle. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

A partir da análise de regressão pelo modelo da hipérbole retangular é possível estimar os coeficientes que permitem comparar a interferência das espécies de plantas daninhas que competem com a cultura. O coeficiente i é a região linear no declive da função assim que a biomassa seca das plantas daninhas aproxima-se de zero e tem sido usado como um índice para comparar a competitividade relativa entre as espécies de plantas daninhas e prever as perdas de produção devido à interferência causada por múltiplas espécies (Swinton et al., 1994).

Ao se comparar o coeficiente i , o qual representa a redução percentual no rendimento de grãos do milho em baixos acúmulos de biomassa seca das plantas daninhas, verifica-se na Tabela 5 que este variou de 3,84, 1,62, 8,38 e 21,45% para períodos iniciais de controle de 0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE do milho, respectivamente, o que denota menor e maior intensidade de interferência das plantas daninhas em

baixos acúmulos de biomassa aos 0-7 e 0-21 dias de controle inicial, respectivamente. O coeficiente a é a parte superior da curva (assíntota) que representa o percentual máximo de perdas no rendimento de grãos, no máximo acúmulo de biomassa seca pelas plantas daninhas, cujos valores estimados pelo modelo foram de 17,35, 19,97, 12,66 e 11,32%, para 0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 dias, respectivamente (Tabela 5).

TABELA 5 Coeficientes obtidos pelo modelo da hipérbole retangular aplicado às perdas de rendimento de grãos do milho em função do acúmulo de biomassa seca das plantas daninhas nos diferentes períodos iniciais e de reinício de controle. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Período inicial de controle	i	a	R^2	F
0 – 0 DAE [†]	3,84	17,35	0,99	473,67 ^{**}
0 – 7 DAE	1,62	19,97	0,86	25,57 ^{**}
0 – 14 DAE	8,38	12,66	0,78	14,59 [*]
0 – 21 DAE	21,45	11,32	0,95	72,65 ^{**}

[†] dias após a emergência.

^{**} significativo a 1% de probabilidade.

^{*} significativo a 5% de probabilidade.

i - perda de rendimento (%) por unidade de planta daninha quando a sua biomassa seca aproxima-se de zero.

a - perda de rendimento (%) quando a biomassa seca das plantas daninhas tende ao infinito.

R^2 - coeficiente de determinação.

F - valor da estatística F.

De forma semelhante, a relação $\frac{i}{a}$, que reflete o grau de competição intraespecífica das plantas infestantes (Cousens, 1985), foi menor (0,08) para o período inicial de controle de 0-7 DAE em relação a maior competição intraespecífica (1,89) observada aos 0-21 DAE. Estes resultados evidenciam que, embora em uma fase inicial de baixo acúmulo de biomassa seca pelas plantas daninhas tenha ocorrido uma maior intensidade de interferência para o período inicial de controle de 0-21 dias ($i = 21,45\%$), houve ao longo do ciclo de crescimento e desenvolvimento do milho uma maior competição intraespecífica ($i/a = 1,89$), que proporcionou menores perdas percentuais ($a = 11,32\%$) no rendimento de grãos quando comparado ao período inicial de controle de 0-7 DAE do milho.

Ao se analisar o ajuste propiciado pelo modelo da hipérbole retangular (Figura 6) sob o ponto de vista biológico, percebe-se duas situações distintas: na primeira, em baixos acúmulos de biomassa seca, o efeito do incremento na biomassa é aditivo, isso ocorre porque as áreas de influência das plantas daninhas individuais não chegam a se sobrepor. Na segunda, em grandes acúmulos de biomassa seca, o efeito de competição decorrente de cada unidade de biomassa da infestante que é adicionada à cultura diminui, isso devido ao fato de que as áreas de influência já começam a se sobrepor e, como consequência desse aumento na intensidade de competição intraespecífica, as perdas no rendimento de grãos tendem a se estabilizar.

Dessa forma, por este modelo, cada unidade de incremento adicionada na carga competitiva da planta daninha causa mais perdas de rendimento de grãos em baixos do que em altos acúmulos de biomassa seca (Cousens, 1985). Esse comportamento segue o que estabelece a lei da diminuição das respostas, a qual indica que, quando a densidade da planta daninha aumenta, a produtividade da cultura diminui até um ponto em que a adição posterior de plantas infestantes não diminui substancialmente o rendimento de grãos, ou ainda, está de acordo com a lei da produtividade final constante, em que a produção de matéria seca por unidade de área é independente da densidade das plantas presentes na área (Radosevich & Holt, 1984).

De um modo geral verifica-se que, as plantas daninhas que emergiram simultaneamente com a cultura (0-0 dia de controle inicial) ou ligeiramente após (0-7 dias de controle inicial), causaram reduções mais severas no rendimento de grãos. Entretanto, quando o período de emergência foi posterior ao da cultura, como em 0-14 e 0-21 DAE, a magnitude das perdas de rendimento diminuíram. Ford & Pleasant (1994) observaram que a competição das plantas daninhas pode ser reduzida quando o milho germina e emerge rapidamente e forma um dossel que sombreia as plântulas emergentes das plantas daninhas.

Vários trabalhos têm estabelecido a importância da época relativa de emergência das plantas daninhas e cultura (Kropff et al., 1993; Frantik, 1994; Vandevender et al., 1997), demonstrando que as perdas no rendimento de grãos, decorrentes da competição com as plantas daninhas, variam em função da época de

estabelecimento da cultura em relação às plantas infestantes e que diferenças na época relativa de emergência alteram as habilidades competitivas de duas espécies, de modo que as primeiras plântulas a emergir provavelmente apresentarão maior crescimento porque adquirem vantagem de acesso prioritário aos recursos do meio (Dew, 1972; O'Donovan et al., 1985; Martin & Field, 1988; Knezevic et al., 1994). Assim, os resultados mostram que, as plantas daninhas que emergiram mais tardiamente em relação ao milho apresentaram menores efeitos sobre o rendimento de grãos, pois cresceram em condições de desvantagem competitiva em relação à cultura.

Os resultados do presente trabalho corroboram que o período de tempo entre a emergência da cultura e plantas daninhas é um fator chave que regula a interferência cultura-planta daninha (Cousens et al., 1987; Kropff & Lotz, 1993) e fortemente altera a competitividade da planta infestante e pode ser mais crítico do que a densidade da planta daninha na determinação da necessidade do controle em pós-emergência (Kropff, 1988; Knezevic et al., 1994).

Assim, o acúmulo total de biomassa seca pela comunidade infestante pode ser considerado um indicador mais fidedigno do que a densidade populacional das plantas daninhas no que se refere ao grau de interferência imposto à cultura, o que se assemelha aos resultados obtidos em outros trabalhos como os de Lutman et al., 1996; Florez et al., 1999; Spadotto et al., 1999; Spader & Vidal, 2000a; Kuva et al., 2001, Melo et al., 2001; Souza et al., 2001; Freitas et al., 2002; Salgado et al., 2002 e Kim et al., 2002, em diferentes combinações de culturas e nível de infestação.

4.3 ESTUDO FITOSSOCIOLÓGICO DA COMUNIDADE INFESTANTE

4.3.1 Composição específica, biomassa seca e densidade das plantas daninhas

No levantamento fitossociológico da comunidade infestante foram identificadas 7 famílias botânicas, sendo que as espécies de plantas daninhas que ocorreram na área experimental foram: papuã (*Brachiaria plantaginea*, BRAPL), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*, DIGHO), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*, ELEIN), nabiça (*Raphanus raphanistrum*, RAPRA), ançarinha-branca (*Chenopodium*

album, CHEAL), picão-branco (*Galinsoga parviflora*, GASPA), caruru (*Amaranthus retroflexus*, AMARE), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*, EPHHL) e guanxuma (*Sida rhombifolia*, SIDRH). Todas as espécies são comuns em áreas de cultivo de milho, sendo consideradas ruderais, pois são encontradas em ambientes altamente perturbados, porém produtivos, exibindo características de rápido ciclo de desenvolvimento e elevada alocação de recursos a favor de estruturas reprodutivas, com grande capacidade de produção e dispersão de diásporos com elevada persistência no banco de sementes do solo (Radosevich & Holt, 1984).

Na Figura 7 é apresentado o acúmulo de biomassa aérea seca pela comunidade infestante na cultura do milho em função dos diferentes períodos iniciais e de reinício de controle e na área lateral sem milho, onde as infestantes se desenvolveram livremente sem a interferência da cultura. Verifica-se que aos 28 DAE do milho praticamente não houve diferenças no acúmulo de biomassa seca entre os diferentes períodos iniciais de controle e a faixa lateral sem milho, porém a partir deste ponto evidencia-se um efeito supressivo do milho no crescimento e desenvolvimento das plantas daninhas até os 84 DAE.

O acúmulo máximo de matéria seca das plantas daninhas foi de 240,7 g.m⁻², que ocorreu aos 84 DAE para o grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 0-0 DAE da cultura. Para os grupos de tratamentos com período inicial de controle de 0-14 e 0-21 DAE, o maior acúmulo de matéria seca também ocorreu aos 84 DAE, ao passo que, para o de 0-7 DAE, o maior acúmulo de biomassa ocorreu aos 70 DAE do milho. Verifica-se que houve uma redução gradativa no acúmulo de matéria seca das plantas daninhas à medida que aumentou o período inicial de controle de 0-0 para 0-21 DAE.

Para a área lateral sem milho, o acúmulo máximo de biomassa seca das plantas infestantes ocorreu aos 84 DAE com 767,2 g.m⁻², correspondendo a 3,2 vezes mais (320%) biomassa seca acumulada quando comparado ao grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-0 DAE, evidenciando assim um efeito supressivo do milho sobre crescimento e desenvolvimento da comunidade infestante.

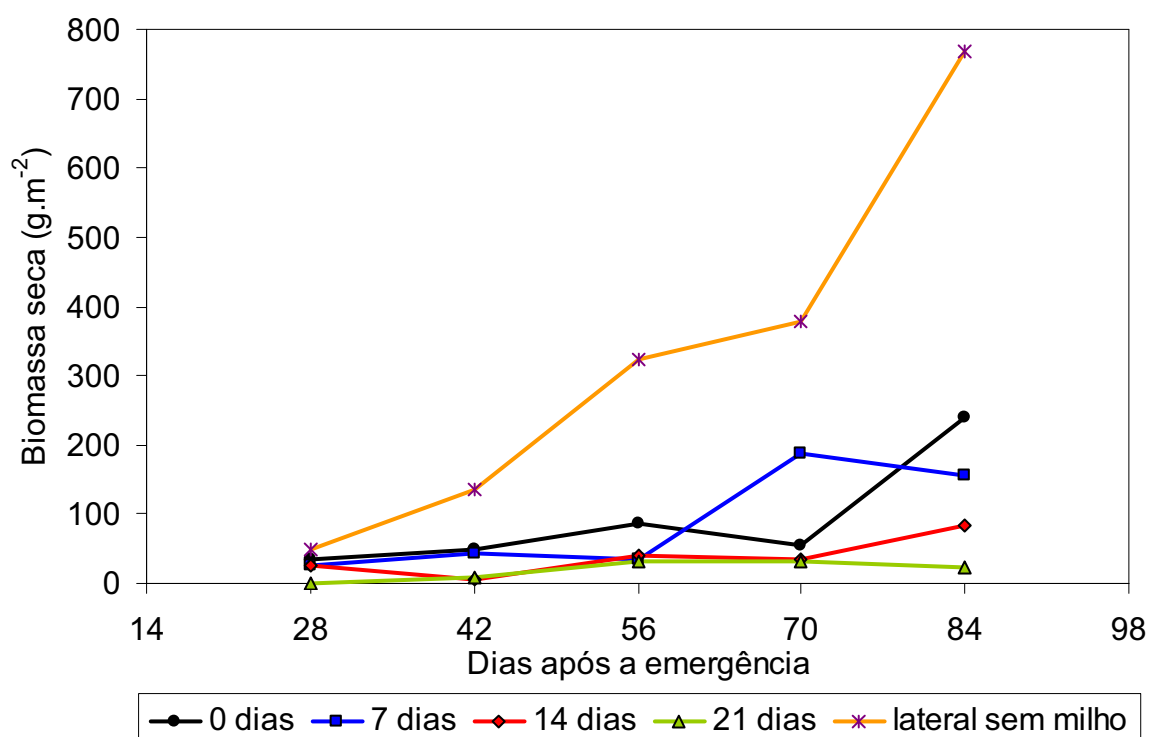


FIGURA 7 Variação temporal de biomassa seca acumulada pela comunidade infestante na cultura do milho, após períodos iniciais e de reinício de controle. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Os resultados mostram que o aumento no período inicial livre ou de controle das plantas daninhas causa uma redução bem definida na biomassa seca (Figura 7) e na densidade das plantas infestantes (Figura 8), devido ao fato de que este período livre de plantas daninhas pode estender-se além da época quando a maioria das plantas daninhas em estudo tipicamente emerge e, também pelo fato de que, há um menor tempo para que a comunidade infestante acumule biomassa até a colheita da cultura, corroborando com os resultados obtidos por Van Acker et al. (1993).

A competição exercida pela cultura pode ser usada na redução do crescimento das plantas daninhas e aumento na mortalidade delas, diminuindo deste modo as perdas de rendimento (Mortensen et al., 2000). Assim, o manejo da época de semeadura da cultura, após a dessecação da cobertura vegetal, no sistema de semeadura direta, pode influenciar na competitividade em relação às plantas daninhas. Na medida em que se consiga estabelecer a cultura em condições

mais favoráveis, ela pode assumir uma posição dominante na comunidade e suprimir o crescimento das plantas daninhas. É importante salientar que a competição exercida pela cultura é uma das ferramentas mais eficientes na redução do crescimento das plantas daninhas e fundamental nos programas de manejo integrado de plantas daninhas.

Na Figura 8 são apresentadas as densidades das plantas daninhas em função dos diferentes períodos iniciais e de reinício do controle. Verifica-se que houve a partir dos 42 DAE uma tendência de redução do número de plantas infestantes para todos os grupos de tratamentos, inclusive na faixa lateral sem milho. As menores densidades ocorreram aos 84 DAE, com 47, 42, 28 e 25 plantas.m⁻² para os períodos iniciais de controle 0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE, respectivamente. Na faixa lateral sem milho, a densidade foi de 73 plantas.m⁻² aos 84 DAE, sendo 1,6 vezes maior (160%) do que a densidade do grupo de tratamentos com controle inicial de 0-0 DAE, novamente evidenciando o efeito supressivo do milho sobre a comunidade infestante.

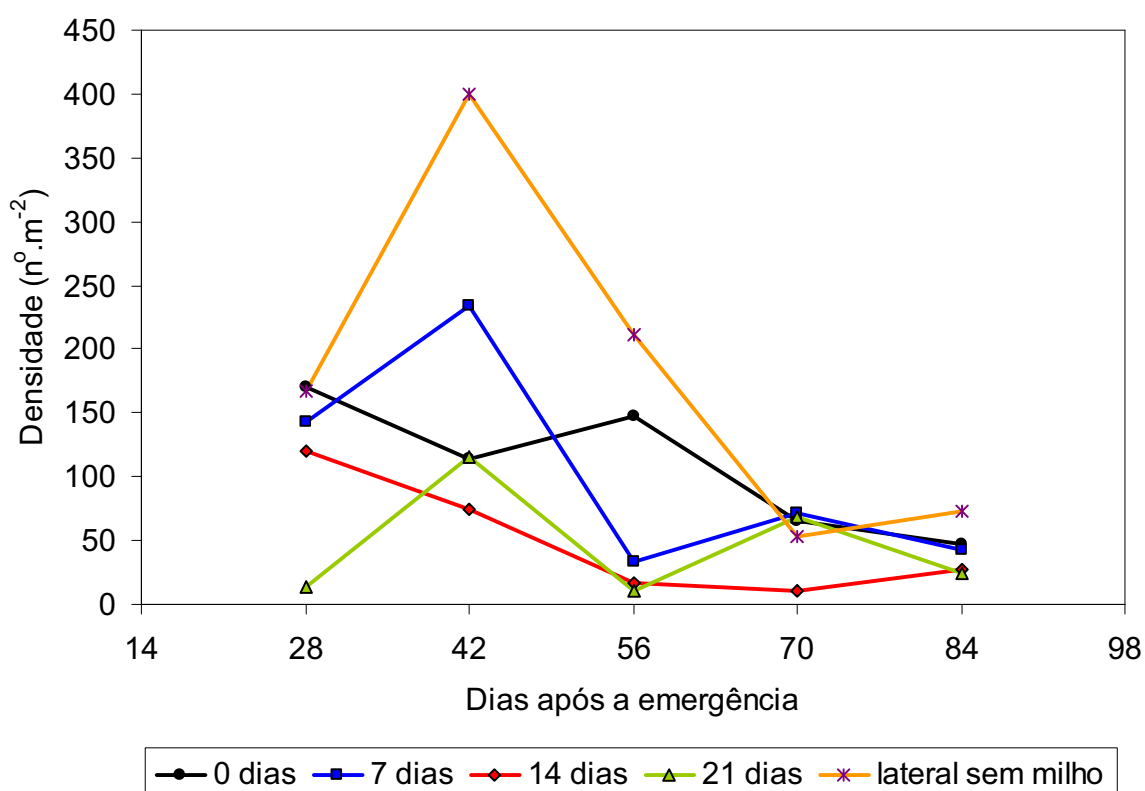


FIGURA 8 Variação temporal da densidade da comunidade infestante na cultura do milho, após períodos iniciais e de reinício de controle. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

A variação temporal dos valores de biomassa seca acumulada e densidade das plantas daninhas é devido ao fato de que à medida que aumentou o crescimento das plantas daninhas, especialmente daquelas que germinaram e emergiram no início do ciclo do milho, intensificou-se a competição interespecífica e intraespecífica. Desse modo, as plantas daninhas mais altas e desenvolvidas tornaram-se dominantes, ao passo que as menores foram suprimidas ou morreram, justificando, assim, a redução da densidade das infestantes com o aumento da biomassa seca das plantas daninhas nos estádios mais avançados de desenvolvimento do milho. Esses resultados mostram que um controle inicial da comunidade infestante é importante para reduzir a densidade das infestantes e sua capacidade de acúmulo de matéria seca e de mobilização de recursos do meio e, portanto, seu poder de interferência competitiva sobre a cultura do milho.

A Figura 9 mostra que a partir de uma amostragem inicial de $0,25 \text{ m}^2$ foram detectadas seis espécies de plantas infestantes e, à medida que houve um aumento na área amostrada até $2,25 \text{ m}^2$, houve um incremento de três novas espécies, ou seja, para uma área 9 vezes maior em relação à inicial, aumentou em 50% o número de espécies. A partir de $2,25$ até $5,0 \text{ m}^2$ houve uma estabilização no número de espécies (nove) dentro da área experimental. Então, para efeito de comprovação da suficiência amostral, quanto à composição florística, fica claro que $2,25 \text{ m}^2$ seriam suficientes para cobrir toda a diversidade da comunidade infestante na área experimental. Porém, a área de amostragem na qual pouco ou nenhum aumento na riqueza de espécies é observada, pode ser considerada a área mínima requerida para representar a maioria das espécies de plantas daninhas da comunidade infestante. Assim, embora a área de $2,25 \text{ m}^2$ tenha sido suficiente para cobrir toda a diversidade da comunidade infestante na área experimental, esta pode ser considerada a área mínima requerida para amostragem, corroborando com o trabalho de Mulugeta et al. (2001).

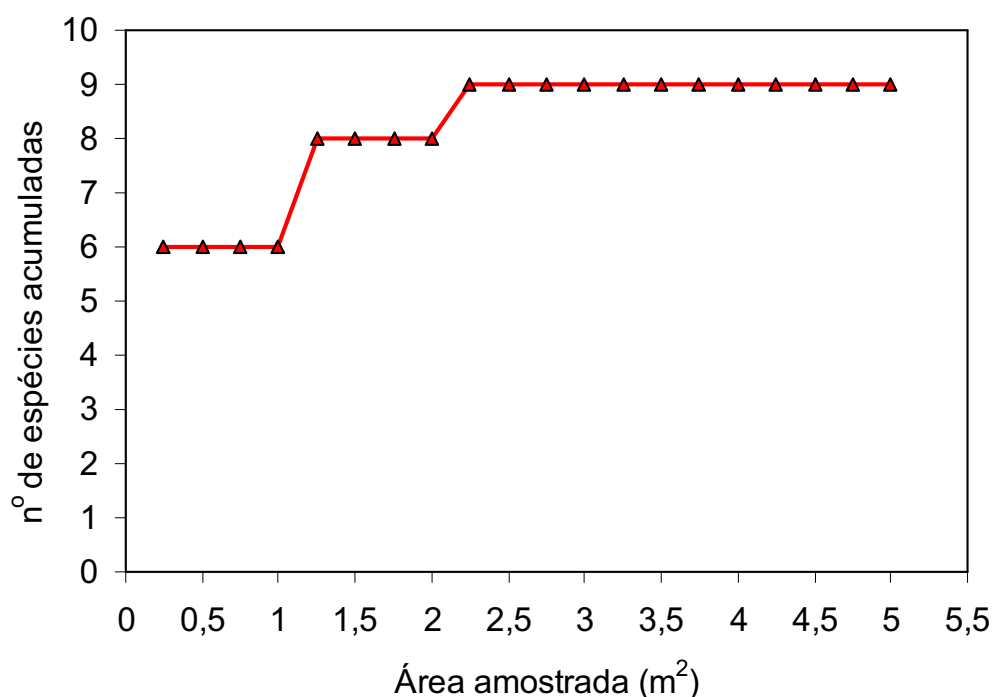


FIGURA 9 Curva do número de espécies acumuladas em função da área amostrada nos diferentes períodos iniciais e de reinício do controle das plantas infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

4.3.2 Fitossociologia da comunidade infestante

No Quadro 1 são apresentados os resultados do estudo fitossociológico da comunidade infestante no grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 0-0 DAE do milho para as diferentes épocas de reinício do controle.

Verifica-se que para os períodos de reinício de controle 28, 56 e 84 DAE do milho a população que apresentou a maior importância relativa na comunidade infestante foi o papuã (BRAPL), com 30,7, 30,1 e 68,0%, respectivamente, tendo como principal componente dessa importância a sua dominância relativa, ou seja, o acúmulo de biomassa seca, que alcançou 53,2 e 85,9% da comunidade infestante aos 28 e 84 DAE, respectivamente, e sua densidade relativa que alcançou 52,7% da comunidade infestante aos 56 DAE. Para os períodos de reinício do controle 42 e 70 DAE a espécie de maior importância relativa na comunidade infestante foi a ançarinha-branca (CHEAL), com 25,6 e 36,3%, respectivamente, tendo a sua

participação numérica (densidade) como o principal componente influenciador dessa importância.

Para o grupo de tratamentos com controle inicial de 0-7 DAE (Quadro 2), verifica-se que a ançarinha-branca foi a espécie de maior importância relativa na comunidade infestante, observada nos períodos de reinício do controle de 28, 70 e 84 DAE, com IR de 43,4, 27,3 e 57,7%, respectivamente, tendo a sua densidade relativa como o fator de maior impacto e causa principal dessa importância dentro da comunidade infestante. Para o período de reinício do controle de 42 DAE o papuã foi a espécie de maior destaque na comunidade infestante (35,4% de IR), devido a sua maior participação em termos de biomassa seca acumulada (52,3%), sendo também que o papuã foi aos 70 DAE, a segunda espécie de maior importância relativa na comunidade (26,7% de IR) depois da ançarinha-branca (27,3% de IR), que se destacou como a mais importante devido a sua maior densidade relativa (40,3%). O capim-colchão (DIGHO) foi a população de maior importância relativa (27,3%) da comunidade infestante aos 56 DAE, apresentando como principal componente desta importância a sua biomassa seca acumulada (36,9% de DoR).

No Quadro 3 são apresentados os resultados dos índices fitossociológicos para o grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-14 DAE do milho. A população que apresentou a maior importância relativa dentro da comunidade infestante nos períodos de reinício do controle de 28, 42, 56 e 84 DAE foi o papuã com IR de 61,4, 59,6, 51,5 e 69,1%, respectivamente, de modo que, a sua participação numérica e acúmulo de biomassa seca foram os componentes fitossociológicos que mais influenciaram a sua importância dentro da comunidade. Aos 70 DAE a espécie de maior destaque e importância relativa na comunidade foi o capim-colchão (IR de 51,2%), que apresentou elevada biomassa seca acumulada, proporcionando desta forma uma elevada dominância (90,3%) em relação às demais espécies da comunidade infestante.

QUADRO 1 Valores dos índices fitossociológicos de densidade (DeR), frequência (FeR), dominância (DoR) e importância (I.R.) relativas das populações componentes da comunidade infestante no grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 0 dia, na cultura do milho, nas diferentes épocas de avaliação. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Espécie	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR
	28 DAE ¹				42 DAE				56 DAE				70 DAE				84 DAE			
BRAPL	18,8	20,0	53,2	30,7	8,8	6,3	5,2	6,8	52,7	8,3	29,4	30,1	1,5	9,1	14,8	8,7	68,1	50,0	85,9	68,0
DIGHO	6,5	26,7	9,0	14,1	17,5	18,8	34,0	23,6	10,1	16,7	27,9	18,3	24,6	9,1	40,7	25,6	8,5	16,7	8,9	11,4
RAPRA	2,4	6,7	0,5	3,2	4,4	12,5	11,0	9,3	2,0	8,3	0,2	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0
CHEAL	40,0	20,0	15,6	25,2	43,9	18,8	14,1	25,6	13,5	25,0	24,1	20,9	43,1	36,4	26,0	36,3	0	0	0	0
GASPA	20,6	20,0	15,4	18,7	6,1	6,3	0,9	4,4	1,4	16,7	0,7	6,2	9,2	9,1	5,8	8,3	6,4	16,7	0,4	7,8
AMARE	11,8	6,7	6,3	8,2	13,2	18,8	30,3	20,7	16,9	8,3	15,7	13,6	16,9	18,2	11,8	16,1	0	0	0	0
EPHHL	0	0	0	0	1,8	6,3	3,5	3,8	0	0	0	0	4,6	9,1	0,9	5,0	17,0	16,7	4,9	12,9
SIDRH	0	0	0	0	4,4	12,5	0,7	5,9	0,7	8,3	0,3	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0
ELEIN	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	8,3	1,8	4,3	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ dias após a emergência.

QUADRO 2 Valores dos índices fitossociológicos de densidade (DeR), frequência (FeR), dominância (DoR) e importância (I.R.) relativas das populações componentes da comunidade infestante no grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 7 dias, na cultura do milho, nas diferentes épocas de avaliação. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Espécie	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR
	28 DAE ¹				42 DAE				56 DAE				70 DAE				84 DAE			
BRAPL	2,8	10,0	5,7	6,2	26,1	27,3	52,3	35,2	18,2	13,3	38,6	23,4	15,3	8,3	56,7	26,7	9,5	20,0	35,6	21,7
DIGHO	20,3	30,0	40,	30,2	1,3	18,2	7,9	9,1	18,2	26,7	36,9	27,3	11,1	25,0	24,8	20,3	11,9	20,0	29,9	20,6
RAPRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHEAL	57,3	30,0	42,8	43,4	12,0	9,1	1,4	7,5	24,2	20,0	10,9	18,4	40,3	25,0	16,7	27,3	78,6	60,0	34,5	57,7
GASPA	0	0	0	0	14,5	18,2	2,6	11,8	9,1	13,3	5,3	9,3	15,3	25,0	0,9	13,7	0	0	0	0
AMARE	19,6	30,0	11,2	20,3	45,7	18,2	35,3	33,1	30,3	26,7	8,3	21,7	16,7	8,3	0,9	8,6	0	0	0	0
EPHHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIDRH	0	0	0	0	0,4	9,1	0,5	3,3	0	0	0	0	1,4	8,3	0,1	3,3	0	0	0	0
ELEIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ dias após a emergência.

QUADRO 3 Valores dos índices fitossociológicos de densidade (DeR), frequência (FeR), dominância (DoR) e importância (I.R.) relativas das populações componentes da comunidade infestante no grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 14 dias, na cultura do milho, nas diferentes épocas de avaliação. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Espécie	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR
	28 DAE ¹				42 DAE				56 DAE				70 DAE				84 DAE			
BRAPL	77,5	33,3	73,2	61,4	60,0	50,0	68,7	59,6	62,5	60,0	31,9	51,5	50,0	33,3	9,6	30,9	78,6	50,0	78,6	69,1
DIGHO	22,5	66,7	26,8	38,6	5,3	33,3	25,8	21,5	37,5	40,0	68,1	48,5	30,0	33,3	90,3	51,2	14,3	33,3	21,1	2,9
RAPRA	0	0	0	0	34,7	16,7	5,5	18,9	0	0	0	0	20,0	33,4	0,1	17,9	0	0	0	0
CHEAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AMARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPHHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1	16,7	0,3	8,0
SIDRH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ELEIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ dias após a emergência.

Na comunidade infestante em que o período inicial de controle foi 0-21 DAE do milho (Quadro 4), a população de papuã foi a mais importante para os períodos de reinício do controle de 28, 42, 70 e 84 DAE, com 100, 45,4, 77,4 e 61,2% de importância relativa, respectivamente, destacando-se a sua densidade como o componente fitossociológico de maior impacto na sua importância dentro da comunidade infestante, seguido de sua biomassa seca acumulada, ao passo que, aos 56 DAE, o capim-colchão foi a espécie de maior importância relativa na comunidade infestante (IR de 71,1%), com destaque para sua biomassa seca acumulada (99,5% de DoR).

Avaliando-se o comportamento das populações mais importantes nos quatro grupos de tratamentos, com base na importância relativa acumulada (Σ IR), verifica-se na Tabela 6 que a população de papuã se destacou das demais, sendo a população com maior importância relativa dentro da comunidade infestante por apresentar uma grande representatividade numérica (DeR) e grande acúmulo de biomassa seca (DoR) na maioria das épocas de avaliação. Isso mostra que as práticas de manejo, como o plantio direto e os diferentes períodos iniciais e de reinício do controle das plantas infestantes, adotadas na área experimental do milho, prejudicaram em menor intensidade a taxa de mortalidade e emergência de plântulas de papuã (densidade), bem como o crescimento e desenvolvimento das plântulas (biomassa), em relação à média das demais espécies. Dentre as plantas daninhas infestantes das culturas de verão, o papuã é a gramínea de maior incidência na região Sul do Brasil (Kissmann, 1991). Esta espécie causa forte competição com as culturas anuais, principalmente milho e soja, provocando prejuízos consideráveis ao rendimento de grãos e qualidade da produção (Kissmann, 1991; Fleck, 1996).

Em segundo lugar destacou-se o capim-colchão como a espécie de maior importância relativa dentro da comunidade devido sua participação em termos de biomassa seca acumulada (DoR) e densidade relativa, de forma semelhante ao observado para o papuã, o que evidencia que as espécies apresentaram um comportamento semelhante frente às práticas de manejo que foram adotadas na área experimental. O capim-colchão está relacionado como uma das principais espécies daninhas das áreas de cultivo de milho, particularmente no sul do Brasil, sendo bastante agressiva e competitiva com a cultura (Foster, 1991; Lorenzi, 2000).

QUADRO 4 Valores dos índices fitossociológicos de densidade (DeR), frequência (FeR), dominância (DoR) e importância (I.R.) relativas das populações componentes da comunidade infestante no grupo de tratamentos em que o período inicial de controle foi de 21 dias, na cultura do milho, nas diferentes épocas de avaliação. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Espécie	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR	DeR	FeR	DoR	IR
	28 DAE ¹				42 DAE				56 DAE				70 DAE				84 DAE			
BRAPL	100	100	100	100	73,9	25,0	37,3	45,4	0	0	0	0	97,1	50,0	85,1	77,4	84,0	66,7	32,9	61,2
DIGHO	0	0	0	0	7,0	37,5	53,2	32,5	63,6	50,0	99,5	71,1	2,9	50,0	14,9	22,6	16,0	33,3	67,1	38,8
RAPRA	0	0	0	0	7,0	25,0	1,5	11,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHEAL	0	0	0	0	12,2	12,5	8,1	10,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AMARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPHHL	0	0	0	0	0	0	0	0	36,4	50,0	0,5	28,9	0	0	0	0	0	0	0	0
SIDRH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ELEIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ dias após a emergência.

TABELA 6 Relação das espécies de plantas daninhas encontradas na área experimental ordenadas em ordem decrescente em função da importância relativa acumulada nos diferentes grupos de tratamentos. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Posição	Espécie		Σ IR
1 ^a	<i>Brachiaria plantaginea</i>	papuã	814,0
2 ^a	<i>Digitaria horizontalis</i>	capim-colchão	528,2
3 ^a	<i>Chenopodium album</i>	ançarinha-branca	273,2
4 ^a	<i>Amaranthus retroflexus</i>	caruru	142,3
5 ^a	<i>Galinsoga parviflora</i>	picão-branco	80,2
6 ^a	<i>Raphanus raphanistrum</i>	nabiça	64,0
7 ^a	<i>Euphorbia heterophylla</i>	leiteiro	58,6
8 ^a	<i>Sida rhombifolia</i>	guanxuma	15,6
9 ^a	<i>Eleusine indica</i>	pé-de-galinha	4,3

Outra espécie que se destacou na área experimental foi a ançarinha-branca, apresentando-se como a terceira espécie em importância relativa na comunidade infestante devido a sua participação numérica (DeR) e frequência com que ocorria na área experimental, evidenciando que as práticas de manejo adotadas na área experimental não interferiram na sua germinação e emergência e que a espécie mostrou-se adaptada às condições edafoclimáticas do local. Esta espécie tem aumentado sua infestação nos últimos anos, especialmente em áreas onde se tem utilizado a aplicação de esterco líquido, sendo caracterizada com uma planta de crescimento rápido e bastante agressiva, competindo com as plantas cultivadas (Nascimento, 2000).

Assim, o levantamento da composição específica da comunidade infestante é um fator de fundamental importância na determinação do grau de interferência, pois as espécies de plantas integrantes da comunidade variam bastante em relação aos seus hábitos de crescimento e exigências em recursos do meio, além de permitir uma análise do impacto que os sistemas de manejo e práticas agrícolas exercem sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes nos agroecossistemas.

4.3.3 Índice de diversidade

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') é muito utilizado para quantificar a diversidade de espécies em estudos ecológicos e depende basicamente da riqueza de espécies (S) em determinada comunidade e da equitabilidade (E) com que os indivíduos são distribuídos entre as espécies (Begon et al., 1996). Considera o número de populações presentes e a participação percentual de cada população na comunidade, sendo considerado máximo, quando todas as populações têm a mesma participação na comunidade, ou seja, a equitabilidade das populações é máxima.

Nas Figuras 10 a 13 são apresentados os índices de diversidade (H') calculados, considerando-se as participações das populações em termos de densidade (DeR), dominância (DoR) e importância (IR) relativas além da diversidade máxima teórica possível (H_{max}). De acordo com as Figuras 10 a 13 fica evidente que o índice fitossociológico de importância relativa reflete as participações das populações na comunidade infestante de forma mais equilibrada, pois seus valores sempre foram maiores do que aqueles calculados para a densidade e dominância relativas e foram mais próximos da equitabilidade ideal (índice de diversidade máximo - H_{max}). Esse comportamento é possível porque a importância relativa é um índice complexo, que considera a densidade de indivíduos, a biomassa acumulada e a distribuição geográfica das populações na área experimental (Soares et al., 2003).

Assim, observa-se na Figura 10 que para o período inicial de controle de 0-0 dia, houve um aumento na diversidade da comunidade infestante até os 42 DAE devido à emergência de novas populações e, a partir desta época, a diversidade da comunidade variou em função dos diferentes períodos de reinício de controle, de modo que houve uma estabilização até os 56 DAE, quando então decresceu até os 84 DAE, isso devido ao fato de que muitas espécies finalizaram o ciclo de vida ou pela mortalidade das plântulas imposta pela competição intra e interespecífica.

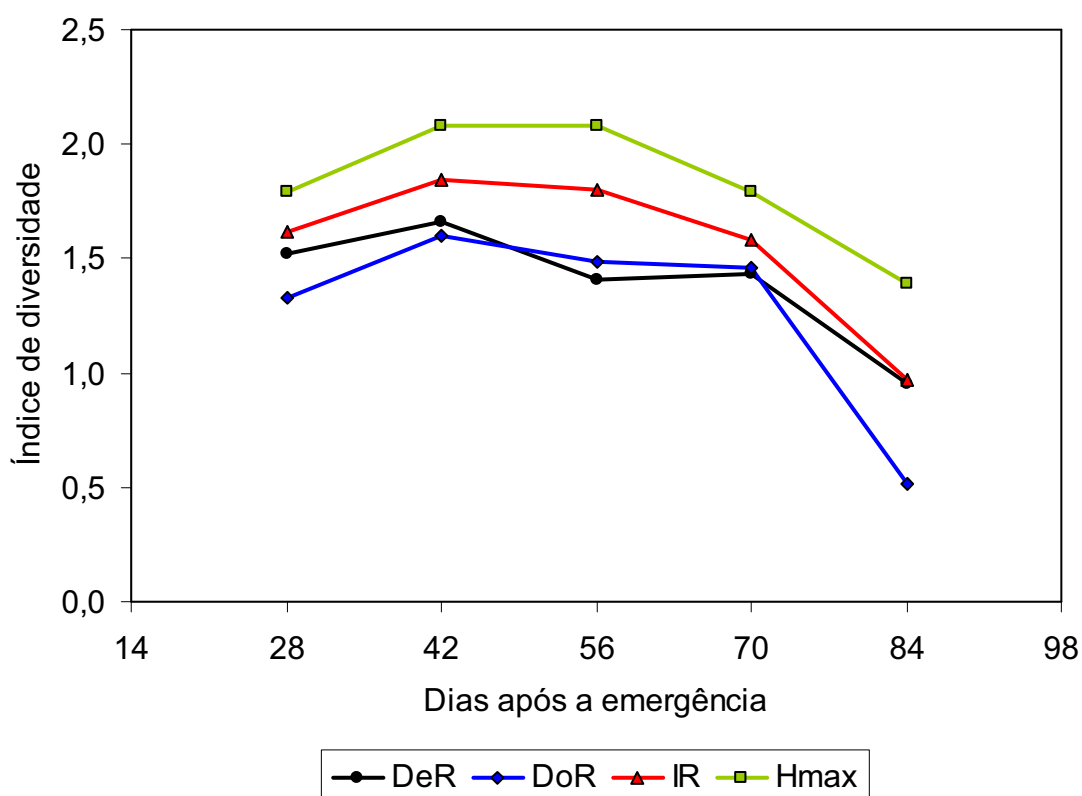


FIGURA 10 Valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver das comunidades infestantes no grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-0 DAE e nas diferentes épocas de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE), considerando a densidade (DeR), dominância (DoR), e importância relativas (IR) e a diversidade máxima (Hmax) possível das populações de plantas daninhas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Para o período de 0-7 DAE de controle inicial (Figura 11) ocorreu um aumento na diversidade de espécies até os 42 DAE devido à emergência de novas espécies, e relativa estabilidade da diversidade dos 42 aos 70 DAE, com posterior decréscimo até os 84 DAE em função da redução do número de espécies, por senescência normal de final de ciclo ou mortalidade, particularmente daquelas mais sensíveis à competição interespecífica imposta pelo milho, pois aos 84 DAE o mesmo encontrava-se no estágio fenológico reprodutivo R3 (grão leitoso), com total fechamento e sombreamento das entrelinhas, de modo que a competição exercida pela cultura reduziu o crescimento e aumentou a mortalidade das plantas daninhas, corroborando com os resultados obtidos por Mortensen et al. (2000).

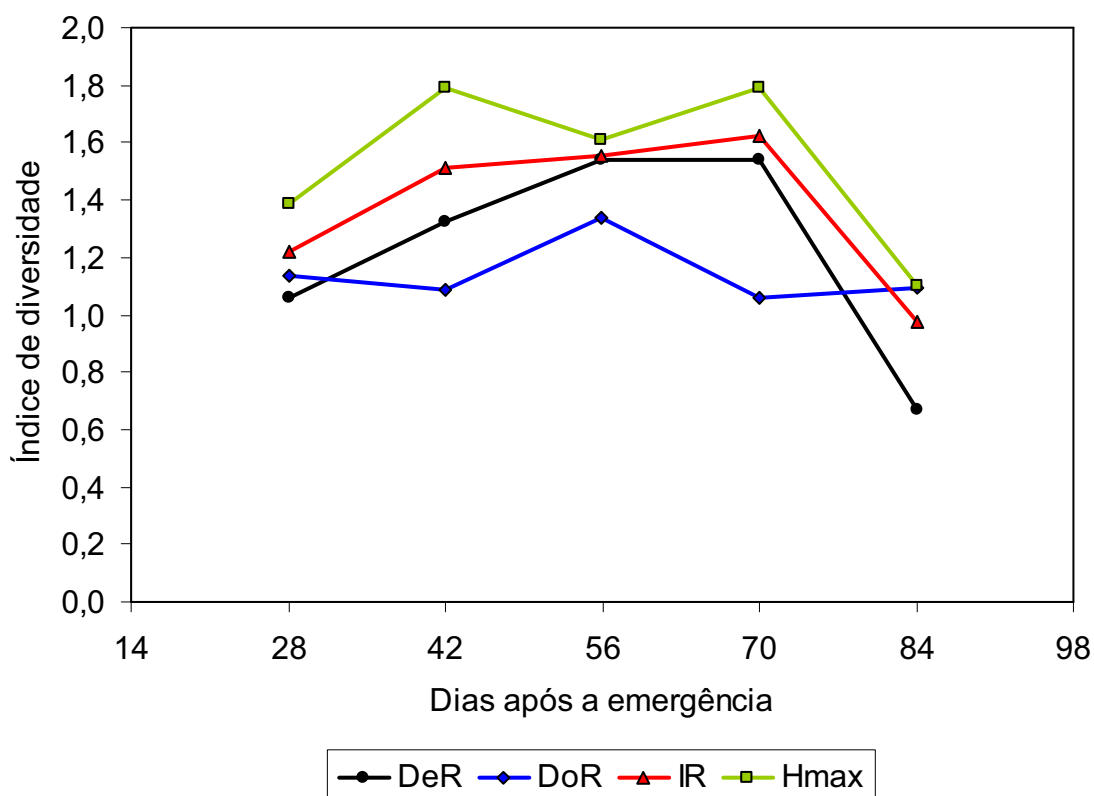


FIGURA 11 Valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver das comunidades infestantes no grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-7 DAE e nas diferentes épocas de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE), considerando a densidade (DeR), dominância (DoR), e importância relativas (IR) e a diversidade máxima (Hmax) possível das populações de plantas daninhas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Para o período de 0-14 dias de controle inicial (Figura 12), houve uma maior variação na diversidade da comunidade infestante ao longo das diferentes épocas de reinício do controle, de modo que houve um aumento inicial até os 42 DAE, com posterior redução acentuada do índice de diversidade dos 42 aos 56 DAE, pelo fato de que houve uma redução no número de espécies, estando presentes apenas o papuã e o capim-colchão, porém, a equitabilidade observada para IR foi alta (0,99). Houve um aumento na diversidade até 70 DAE e nova redução até os 84 DAE, devido à redução no número de espécies, especialmente da nabiça (*Raphanus raphanistrum*) e da baixa equitabilidade observada para IR (0,72). A queda acentuada do índice de diversidade verificada aos 70 DAE para dominância relativa (DoR) é decorrente da ampla predominância do capim-colchão na biomassa (90,3%) da comunidade infestante.

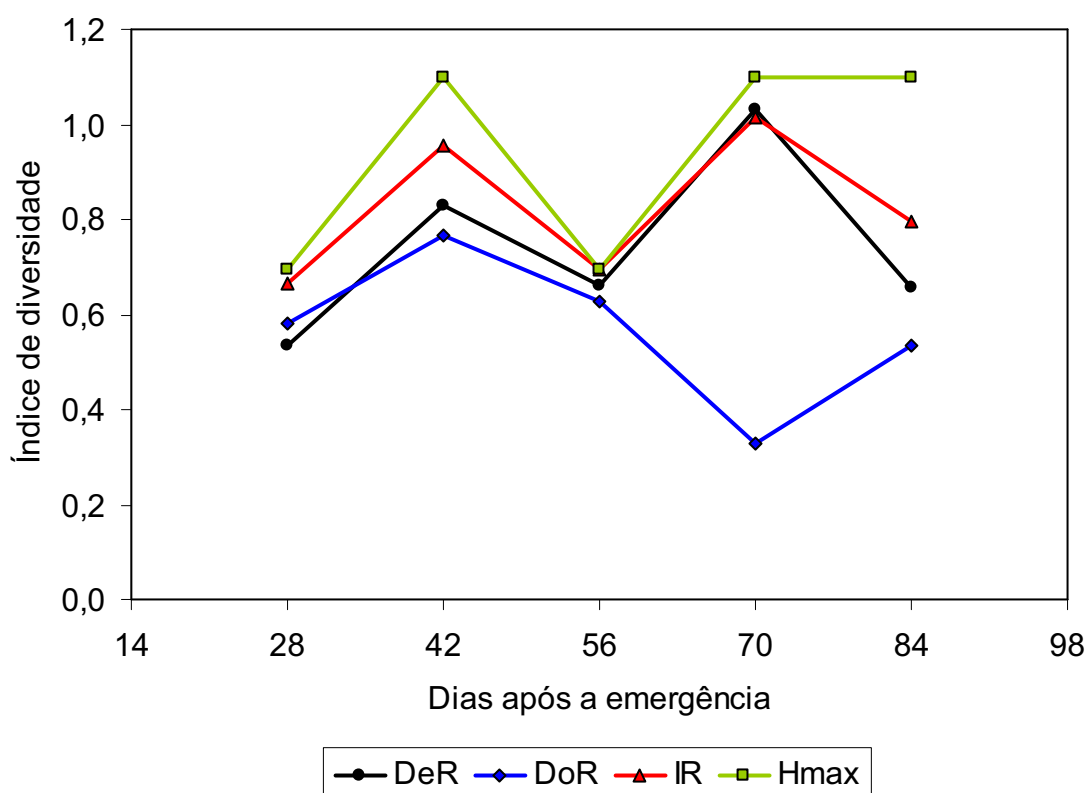


FIGURA 12 Valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver das comunidades infestantes no grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-14 DAE e nas diferentes épocas de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE), considerando a densidade (DeR), dominância (DoR), e importância relativas (IR) e a diversidade máxima (Hmax) possível das populações de plantas daninhas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Com relação ao período de 0-21 DAE de controle inicial (Figura 13), verifica-se que aos 28 DAE a diversidade foi nula ($H' = 0$), isso porque só foi detectada a presença de uma única espécie (papuã), conforme o Quadro 4. A maior diversidade ocorreu aos 42 DAE, devido ao maior número de espécies presentes, decrescendo de maneira acentuada até os 56 DAE, devido à redução do número de espécies como a ançarinha-branca, papuã e nabiça, quando então estabilizou até os 84 DAE mantendo uma diversidade alta, muito próxima da diversidade máxima (H'_{\max}), devido a semelhança na riqueza de espécies e na alta equitabilidade (0,96) observada para IR. As quedas acentuadas no índice de diversidade, observadas aos 56 DAE para dominância relativa (DoR) e aos 70 DAE para densidade relativa (DeR), são decorrentes da ampla predominância do capim-colchão na biomassa

(99,5%) e do papuã na densidade (97,1%), respectivamente, da comunidade infestante.

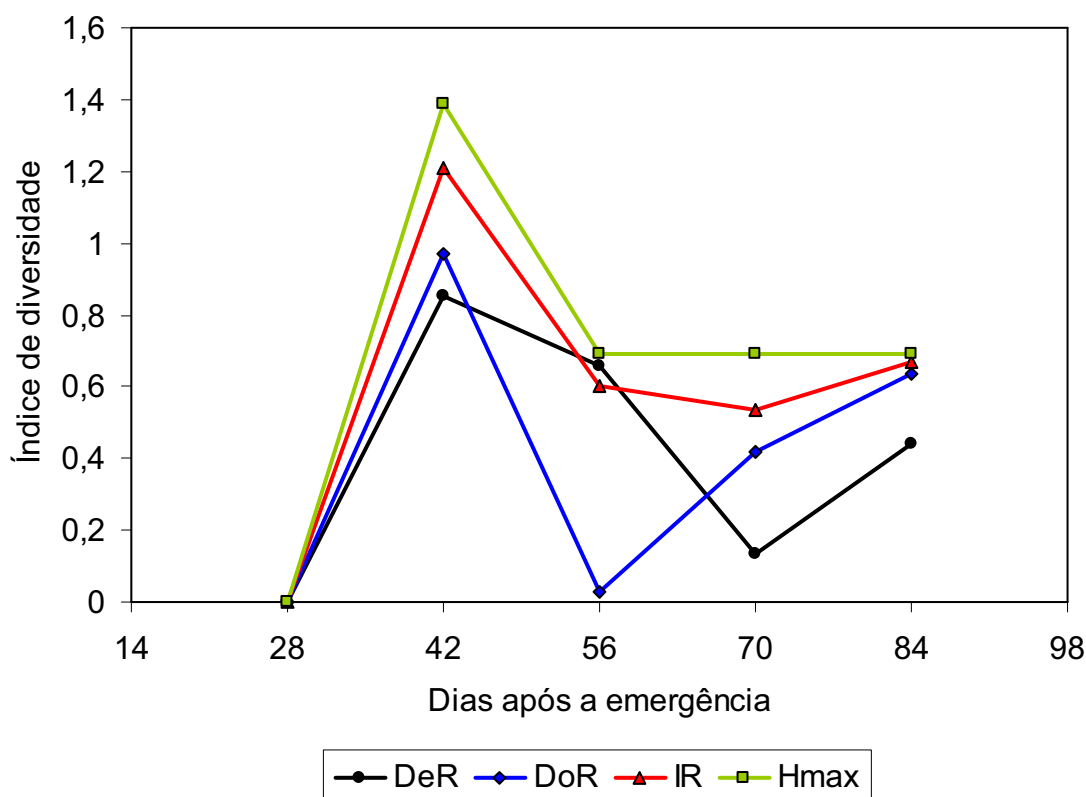


FIGURA 13 Valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver das comunidades infestantes no grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-21 DAE e nas diferentes épocas de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE), considerando a densidade (DeR), dominância (DoR), e importância relativas (IR) e a diversidade máxima (Hmax) possível das populações de plantas daninhas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

De um modo geral pode-se constatar que, entre os diferentes períodos iniciais de controle (Figuras 10 a 13), houve uma maior diversidade de espécies na comunidade infestante para o período de 0-0 DAE em relação aos demais, isso devido ao fato de que este apresentou uma maior riqueza de espécies e maior equitabilidade, com média de 0,85 entre os diferentes períodos de reinício do controle. Estes resultados concordam com os obtidos por Van Acker et al. (1993), que relataram que o aumento no período inicial livre de plantas daninhas causa uma redução bem definida no número de espécies, devido ao fato de que este período

livre de plantas daninhas pode estender-se além da época quando a maioria das plantas daninhas em estudo tipicamente emerge.

A diversidade biológica tem sido relatada em ser um dos muitos indicadores da qualidade do agroecossistema (Swanton & Murphy, 1996), pois influencia muitos processos ecológicos em comunidades agrícolas e naturais. Por exemplo, a diversidade de espécies de plantas diretamente controla a diversidade de consumidores primários de um determinado recurso disponível e, indiretamente influencia a interação entre herbívoros, parasitas e predadores (Siemann, 1998).

A presença das plantas daninhas em culturas pode reduzir os danos dos insetos devido à produção de compostos biologicamente ativos ou por serem alvos para o ataque dos insetos como plantas atrativas (Norris & Kogan, 2000). A presença de plantas daninhas em sistemas de rotação milho-soja pode reduzir a dispersão de doenças em milho, como o enfezamento, devido à redução na movimentação da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*) (Power, 1987). O conhecimento da diversidade de espécies de plantas daninhas em muitos sistemas de cultivo pode ajudar a avaliar os fatores de riscos associados com o desenvolvimento de resistência a herbicidas e a introdução de espécies exóticas invasivas (Mulugeta et al., 2001).

A riqueza em espécies é um dos componentes da diversidade e pode ser usada para monitorar mudanças temporais e espaciais na diversidade de espécies nas áreas de cultivo e ajudar a determinar a influência das práticas de manejo sobre a diversidade das espécies de plantas daninhas. Além disso, a avaliação da riqueza de espécies ajuda em um melhor entendimento da dinâmica da diversidade das espécies e pode contribuir para melhorar as decisões de manejo de plantas daninhas em agroecossistemas (Mulugeta et al., 2001).

Com relação ao índice de diversidade e de equitabilidade, há uma aplicação nos estudos de seleção de flora pelo uso continuado de herbicidas. À medida que ocorre a seleção, uma ou duas espécies passam a se destacar numericamente e nos demais índices fitossociológicos, enquanto algumas espécies mais sensíveis ao herbicida sofrem forte redução no tamanho de suas populações e até desaparecimento da área. Em consequência, com a redução do número de espécies e/ou aumento de expressão de poucas, ocorre redução do índice de diversidade,

porém, para reduzir a equitabilidade não pode ocorrer o desaparecimento de espécies.

4.3.4 Índice de similaridade

As medidas de similaridade são muito utilizadas em ecologia de comunidades, sendo muito peculiares, uma vez que se trata de coeficientes descritivos e não parâmetros estatísticos, não existindo por isso intervalos de confiança ou erros estimados. Há basicamente dois tipos de índices de similaridade: binários e quantitativos. Os índices binários somente são usados quando apenas dados de presença ou ausência estão disponíveis, ao passo que, os índices quantitativos requerem a existência de dados numéricos, tais como as abundâncias ou biomassas das diferentes espécies que compõem a comunidade (Pinto-Coelho, 2000). A partir do levantamento fitossociológico e utilizando os índices binários da ausência e presença das diferentes espécies de plantas daninhas em função dos diferentes períodos iniciais e de reinício do controle, foi feita a estimativa do índice de similaridade (*IS*) florística da comunidade infestante utilizando o índice de similaridade de Sorensen (Equação 10).

Na Tabela 7 são apresentados os índices de similaridade entre as populações de plantas daninhas presentes nos diferentes grupos de tratamentos, comparando-se os diferentes períodos em que se reiniciou o controle dentro de um mesmo período inicial no limpo. Verifica-se que houve grande similaridade entre os diferentes tratamentos com relação à presença das plantas daninhas, mostrando assim a uniformidade na presença e distribuição das plantas infestantes na área experimental. Para o período inicial de 0-0 DAE, houve uma maior similaridade entre os tratamentos na fase inicial, porém à medida que a comunidade infestante evolui, há uma menor similaridade com as fases mais jovens, devido ao fato de que algumas espécies presentes finalizam seu ciclo biológico, como a ançarinha-branca, caruru e a nabiça.

Para o grupo de tratamentos com período inicial de controle de 0-7 DAE do milho, verifica-se na Tabela 7, que houve uma alta similaridade das populações de plantas daninhas entre os diferentes tratamentos ao longo das diferentes épocas de

avaliação, caracterizando assim uma boa uniformidade da presença das diferentes espécies na comunidade infestante. Os menores índices de similaridade (67%) observados para as comparações de 42-84 e 70-84, devem-se ao final de ciclo e morte de algumas espécies, especialmente do caruru, guanxuma e do picão-branco.

Com relação ao período inicial de controle de 0-14 DAE, verifica-se (Tabela 7) um comportamento similar ao observado para 0-7 DAE, com alta similaridade (acima de 80%) das populações de plantas daninhas entre os diferentes tratamentos ao longo das diferentes épocas de avaliação, porém as reduções nos índices de similaridade das comparações 42-84 e 70-84 para 67% devem-se a emergência tardia do leiteiro e final de ciclo da nabiça.

Tabela 7 Índice de similaridade das populações de plantas daninhas presentes nos diferentes grupos de tratamentos, considerando os diferentes períodos para reinício do controle (28, 42, 56, 70 E 84 DAE) dentro de um mesmo período inicial de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

PC ²	0-0 DAE ¹				PC	0-7 DAE			
	0-42	0-56	0-70	0-84		7-42	7-56	7-70	7-84
0-28	0,86	0,86	0,83	0,60	7-28	0,80	0,89	0,80	0,86
0-42	-	0,88	0,86	0,67	7-42	-	0,91	1,00	0,67
0-56	-	-	0,71	0,50	7-56	-	-	0,91	0,75
0-70	-	-	-	0,80	7-70	-	-	-	0,67

PC	0-14 DAE				PC	0-21 DAE			
	14-42	14-56	14-70	14-84		21-42	21-56	21-70	21-84
14-28	0,80	1,00	0,80	0,80	21-28	0,40	0,00	0,67	0,67
14-42	-	0,80	1,00	0,67	21-42	-	0,33	0,67	0,67
14-56	-	-	0,80	0,80	21-56	-	-	0,50	0,50
14-70	-	-	-	0,67	21-70	-	-	-	1,00

¹ dias após a emergência.

² período de convivência cultura – plantas daninha.

Para o período inicial de controle de 0-21 DAE (Tabela 7) observa-se um comportamento distinto em relação aos demais períodos iniciais de controle, constatando-se menores índices de similaridade entre os tratamentos na fase inicial, como o observado para 28-42, que apresentou 40% de similaridade devido à emergência de novas populações de capim-colchão, nabiça e ançarinha-branca, diferentemente do observado para 42-56, com 33% de similaridade devido a

supressão e morte da ançarinha-branca, nabiça e papuã. Os aumentos no índice de similaridade observados para o período de reinício do controle de 84 DAE, devem-se ao fato de que muitas das espécies presentes morreram ou finalizaram o seu ciclo, permanecendo apenas as populações de capim-colchão e papuã.

Na Tabela 8 são apresentados os índices de similaridade entre as populações de plantas daninhas presentes nos diferentes grupos de tratamentos, comparando-se os diferentes períodos iniciais no limpo dentro de um mesmo período em que se reiniciou o controle das infestantes. Verifica-se que dentro dos períodos de reinício do controle de 28, 42, 56 e 70 DAE houve uma tendência em diminuir a similaridade entre as populações dentro da comunidade infestante à medida que aumentou o período inicial de controle (21 DAE) em relação a 0-0 dia de controle inicial, devido à redução no número de espécies presentes devido ao final de seu ciclo ou supressão de crescimento imposta pela cultura do milho, especialmente para as populações de ançarinha-branca, caruru, picão-branco, guanxuma e leiteiro.

Com relação ao período de reinício de controle de 84 DAE, constata-se (Tabela 8) um comportamento distinto em relação aos demais períodos, de modo que houve um aumento no índice de similaridade à medida que aumentou o período inicial de controle de 0-0 para 0-21 DAE do milho, isso devido ao fato que no início ocorreram novos fluxos de emergência e morte ou supressão de algumas espécies, finalizando o período apenas com a ocorrência do papuã e capim-colchão.

Em análise geral pode-se inferir que, independentemente do período de reinício do controle, a variação no índice de similaridade das comunidades entre os períodos iniciais de controle foram devido, principalmente, ao final de ciclo ou supressão das populações de ançarinha-branca, caruru e picão-branco, que se mostraram mais sensíveis às condições experimentais e pela ocorrência generalizada das populações de papuã e capim-colchão, que se mostraram mais agressivas e competitivas em relação às demais espécies presentes.

Tabela 8 Índice de similaridade das populações de plantas daninhas presentes nos diferentes grupos de tratamentos, considerando os diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) dentro de um mesmo período em que se reiniciou o controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

PC ²	28 DAE ¹		
	7-28	14-28	21-28
0-28	0,80	0,50	0,29
7-28	-	0,67	0,40
14-28	-	-	0,67
PC	42 DAE		
	7-42	14-42	21-42
0-42	0,86	0,55	0,67
7-42	-	0,44	0,60
14-42	-	-	0,86
PC	56 DAE		
	7-56	14-56	21-56
0-56	0,77	0,40	0,20
7-56	-	0,57	0,29
14-56	-	-	0,50
PC	70 DAE		
	7-70	14-70	21-70
0-7	0,83	0,44	0,50
7-70	-	0,44	0,50
14-70	-	-	0,80
PC	84 DAE		
	7-84	14-84	21-84
0-84	0,57	0,86	0,67
7-84	-	0,67	0,80
14-84	-	-	0,80

¹ dias após a emergência.

² período de convivência cultura – planta daninha.

O índice fitossociológico de importância relativa (IR), que expressa a importância das populações na comunidade infestante em termos de número de indivíduos, biomassa acumulada e sua distribuição geográfica na área experimental, foi utilizado como índice de similaridade quantitativo e submetido à análise de agrupamentos a fim de unir os tratamentos de acordo com seu grau de similaridade ou dissimilaridade.

A análise de agrupamentos utilizando matriz de dissimilaridade (distância euclidiana) construída a partir das IR dos diferentes períodos de reinício para cada período inicial de controle, representada na forma de dendrograma (Figuras 14, 15, 16 e 17) mostrou a formação de dois grupos principais em cada período inicial de controle, de modo que, cada período de reinício de controle estudado pertencente a um mesmo grupo, apresentou maior similaridade que o de grupos diferentes, isso devido às diferenças na densidade, biomassa acumulada e presença das infestantes proporcionadas pelos diferentes períodos de controle inicial.

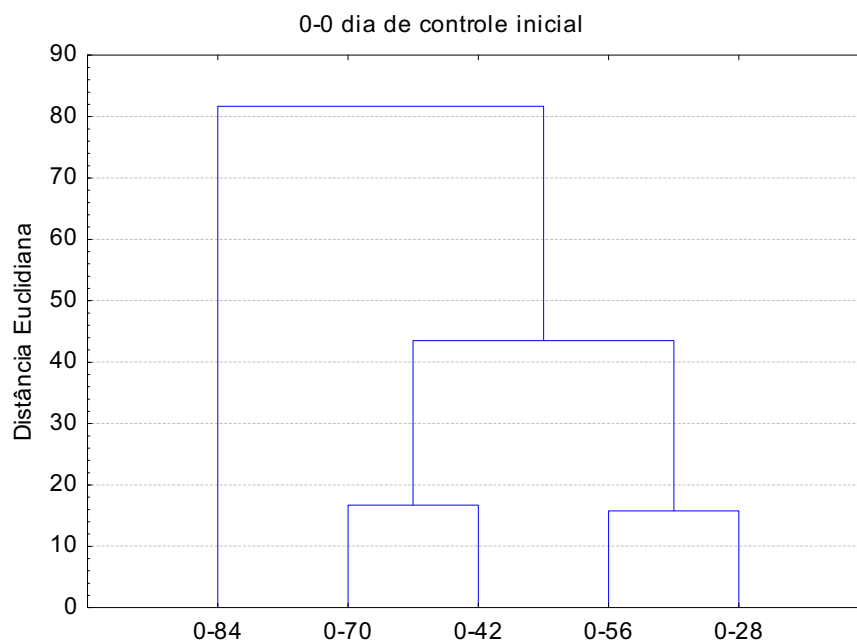


FIGURA 14 Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) para o período de 0-0 dia de controle inicial da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

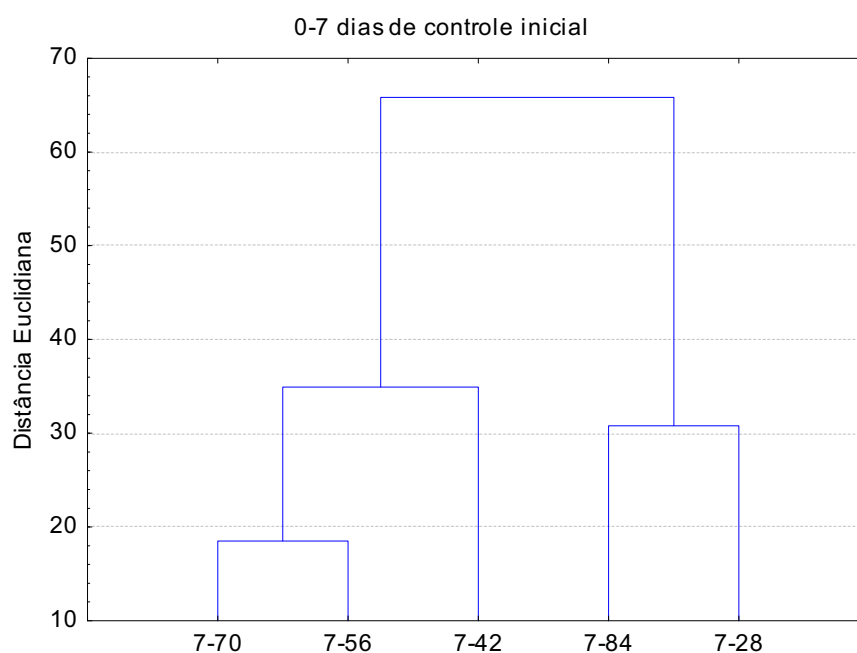


FIGURA 15 Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) para o período de 0-7 dias de controle inicial da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

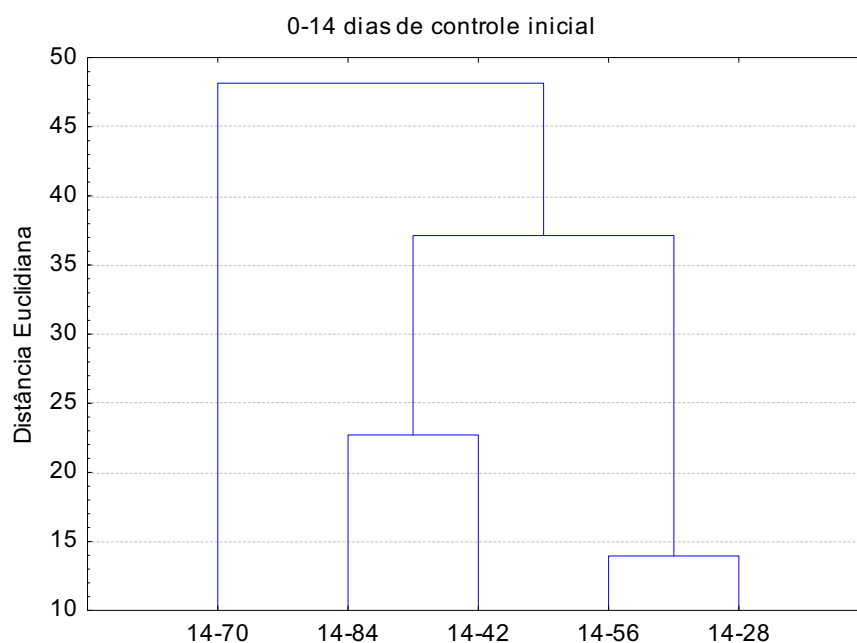


FIGURA 16 Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) para o período de 0-14 dias de controle inicial da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

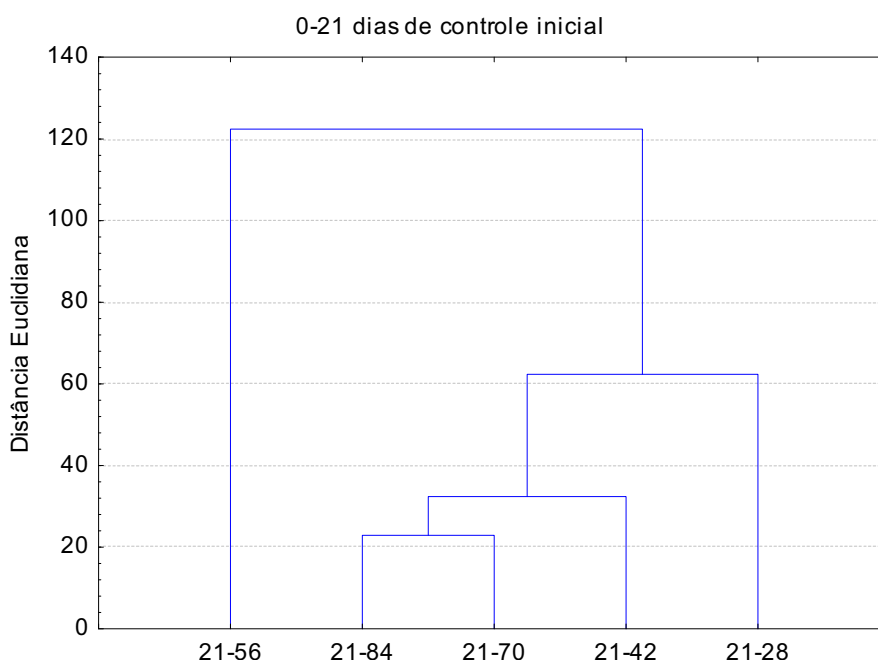


FIGURA 17 Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos de reinício do controle (28, 42, 56, 70 e 84 DAE) para o período de 0-21 dias de controle inicial da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Verifica-se que, o maior índice de similaridade ocorreu entre os tratamentos que formaram os sub-grupos 0-28 e 0-56 (Figura 14), 7-56 e 7-70 (Figura 15), 14-28 e 14-56 (Figura 16) e, 21-70 e 21-84 DAE (Figura 17), ao passo que, a maior dissimilaridade observada, com base na importância relativa da espécie na comunidade, em relação aos demais tratamentos, foi para o grupo 0-84 (Figura 14), para o sub-grupo 7-28 e 7-84 (Figura 15) e grupos 14-70 (Figura 16) e 21-56 DAE (Figura 17), correspondentes aos períodos iniciais de controle de 0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE do milho, respectivamente.

Em uma análise conjunta dos índices de similaridade, binários (presença ou ausência da espécie) e quantitativos (IR), constata-se que houve uma relação entre eles, de modo que o grupo que apresentou maior similaridade pela análise de agrupamentos (Figuras 14, 15, 16 e 17) também apresentou alta similaridade pelo índice de Sorensen (Tabela 7), destacando-se os grupos de tratamentos 0-28 e 0-56 com 86%, 7-56 e 7-70 com 91%, 14-28 e 14-56 com 100% e, 21-70 e 21-84 DAE com 100% de similaridade, correspondendo aos períodos iniciais de controle de 0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE do milho.

A análise de agrupamentos construída a partir das IR dos diferentes períodos iniciais para cada período de reinício do controle, representada na forma de dendrograma (Figuras 18, 19, 20, 21 e 22), também mostrou a formação de dois grupos principais em cada período de reinício do controle, de modo que, cada grupo formado apresenta maior similaridade entre os tratamentos constituintes do grupo. Considerando apenas a formação de dois grupos de similaridade, os períodos de reinício do controle de 28, 42, 56 e 70 DAE produziram a mesma ordenação dos períodos iniciais de controle, assim os períodos iniciais de 0 e 7 DAE foram agrupados num grupo, enquanto que os 14 e 21 DAE em outro grupo, ao passo que, para o período de reinício de 84 DAE não houve ordenação dos períodos iniciais de controle, de modo que os períodos iniciais de 0, 14 e 21 DAE formaram um grupo enquanto que o de 7 DAE isolado formou outro.

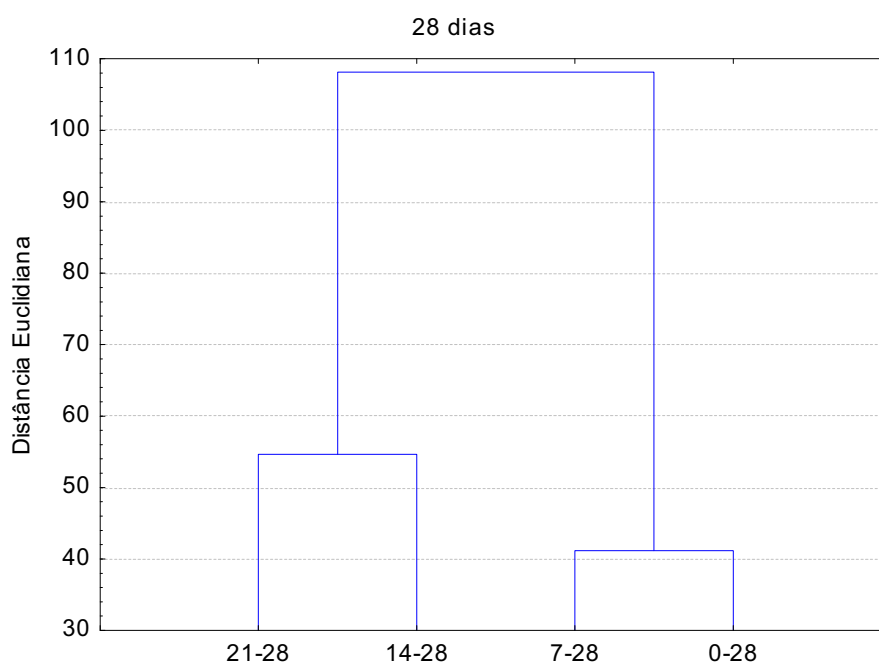


FIGURA 18 Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 28 dias de reinício do controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

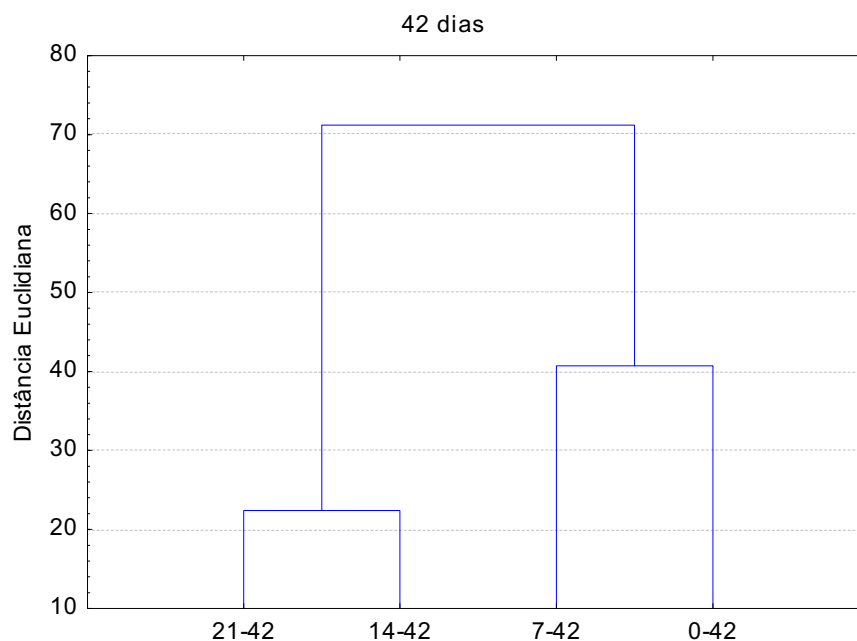


FIGURA 19 Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 42 dias de reinício do controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

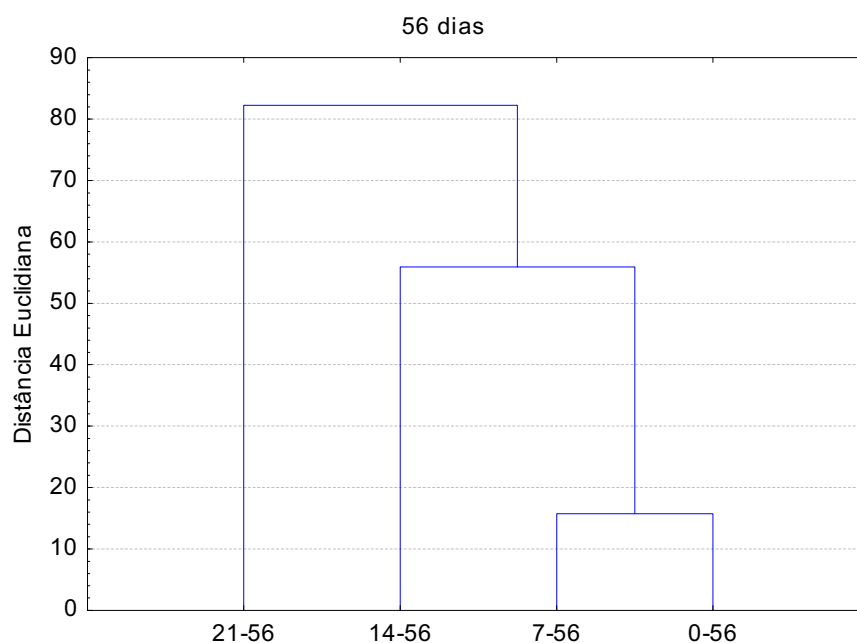


FIGURA 20 Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 56 dias de reinício do controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

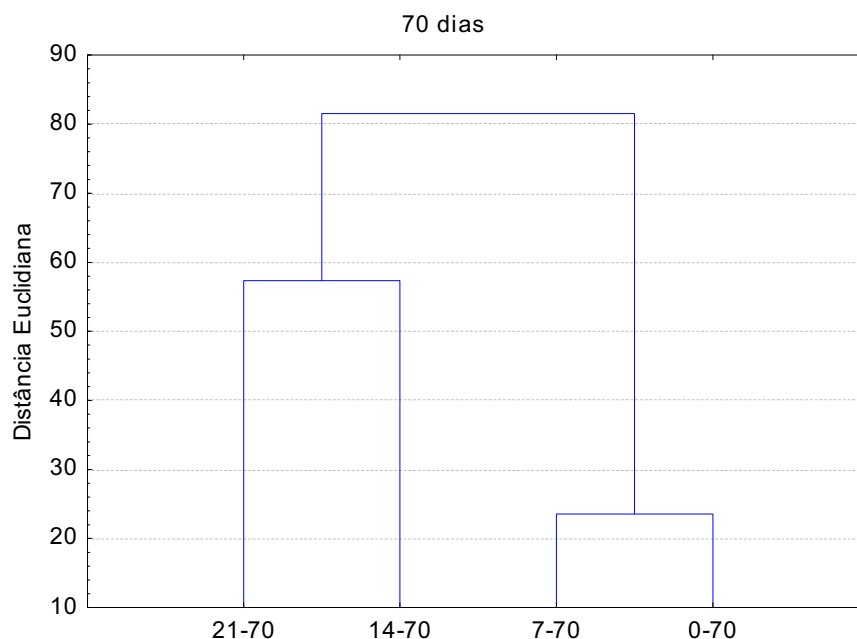


FIGURA 21 Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 70 dias de reinício do controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

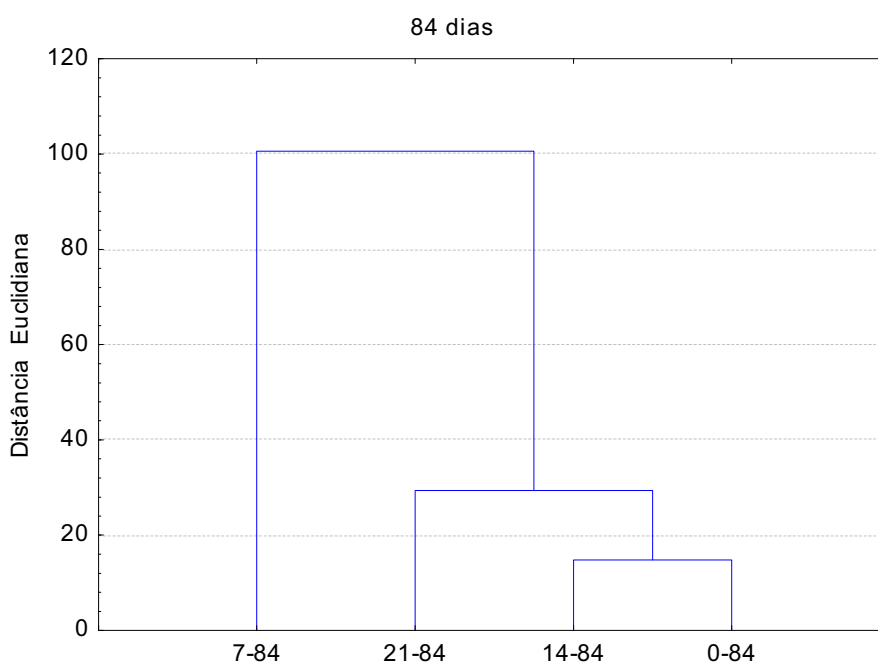


FIGURA 22 Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos diferentes períodos iniciais de controle (0-0, 0-7, 0-14 e 0-21 DAE) para o período de 84 dias de reinício do controle da comunidade infestante na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Os períodos de reinício do controle de 28, 42, 56 e 70 DAE mostraram uma tendência definida de formação da composição específica da comunidade infestante, o que não ocorreu aos 84 DAE, pois como houve tempo diferencial, algumas espécies haviam encerrado o ciclo no grupo de 0-0 DAE e não haviam encerrado no grupo 0-14 e 0-21 DAE.

Conforme comentado anteriormente, houve boa relação entre os índices de similaridade (binários e quantitativos), de modo que a maior similaridade observada para um também foi para o outro, destacam-se os grupos 0-28 e 7-28 com 80%, 14-42 e 21-42 com 86%, 0-56 e 7-56 com 77%, 0-70 e 7-70 com 83% e 0-84 e 14-84 com 86% de similaridade, para os períodos de reinício do controle de 28, 42, 56, 70 e 84 DAE do milho, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 8 e Figuras 18, 19, 20, 21 e 22.

Com a finalidade de avaliar as espécies que discriminam os grupos definidos na análise de agrupamentos, foi realizada análise de componentes principais cujos resultados estão apresentados nas Tabelas 9 e 10 e Figuras 23 a 31. Na Tabela 9 são apresentados os coeficientes de correlação baseados nas covariâncias entre as plantas daninhas presentes nos diferentes períodos iniciais de controle e os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). Verifica-se que para o período de 0-0 DAE de controle inicial, o primeiro componente principal (CP1) reteve 53,82% da variância total e que a BRAPL foi a espécie que mais contribuiu (81%) para o CP1, enquanto que, o segundo componente principal (CP2) reteve 20,74% da variância, com maior contribuição (69%) da DIGHO. No conjunto, esses componentes foram responsáveis por 74,56% da variância total ou informação acumulada entre as espécies de plantas daninhas presentes.

De forma semelhante, verifica-se (Tabela 9) que o conjunto dos componentes CP1 e CP2 foram responsáveis por 74,37, 92,89 e 94,11% da variância total ou informação acumulada entre as espécies de plantas daninhas presentes nos períodos iniciais de controle de 0-7, 0-14 e 0-21 DAE, respectivamente. As espécies infestantes que apresentaram uma maior capacidade discriminatória e contribuição no processo de formação dos agrupamentos, para o CP1 foi a BRAPL, para 0-7, 0-14 e 0-21 DAE, enquanto que para o CP2, foi a CHEAL, aos 0-7 DAE e a DIGHO aos 0-14 e 0-21 DAE.

TABELA 9 Coeficientes de correlação baseado nas covariâncias entre as espécies de plantas daninhas presentes na comunidade infestante nos diferentes períodos iniciais de controle para os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Espécies	0-0 DAE		0-7 DAE		0-14 DAE		0-21 DAE	
	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2
BRAPL	- 0,98	- 0,002	0,79	- 0,58	0,99	0,13	0,95	0,30
DIGHO	0,27	- 0,89	- 0,71	- 0,003	- 0,19	0,98	- 0,44	0,90
RAPRA	0,17	- 0,22	-	-	0,19	- 0,26	0,12	- 0,04
CHEAL	0,62	0,54	0,69	0,70	-	-	0,29	0,02
GASPA	0,44	0,05	- 0,34	- 0,005	-	-	-	-
AMARE	0,41	- 0,39	- 0,46	0,08	-	-	-	-
EPHHL	- 0,23	- 0,12	-	-	0,08	- 0,15	- 0,12	- 0,20
SIDRH	0,29	- 0,13	- 0,04	0,14	-	-	-	-
ELEIN	0,14	- 0,002	-	-	-	-	-	-
% IR ¹	53,82	20,74	47,62	26,75	57,38	35,51	57,20	36,91
% IA ²	53,82	74,56	47,62	74,37	57,38	92,89	57,20	94,11

¹ % da informação retida (% total da variância).

² % da informação acumulada (% variância acumulada).

A dispersão gráfica das espécies infestantes, resultante da análise dos componentes principais, também evidencia a capacidade discriminatória e contribuição das diferentes espécies no processo de formação dos agrupamentos de acordo com o índice de similaridade dos tratamentos. Assim, em uma análise conjunta da Tabela 9 e Figuras 23, 24, 25 e 26, pode-se constatar que as espécies que apresentaram maior coeficiente de correlação e, conseqüentemente, maior contribuição na variância, apresentaram também maior dispersão gráfica, indicando sua maior influência sobre a comunidade infestante e no processo de formação dos agrupamentos.

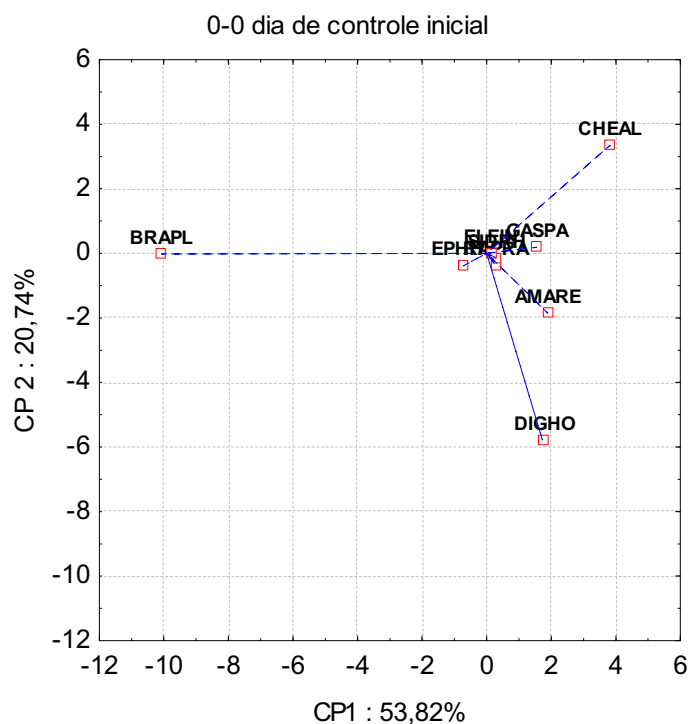


FIGURA 23 Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 0-0 dia de controle inicial das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

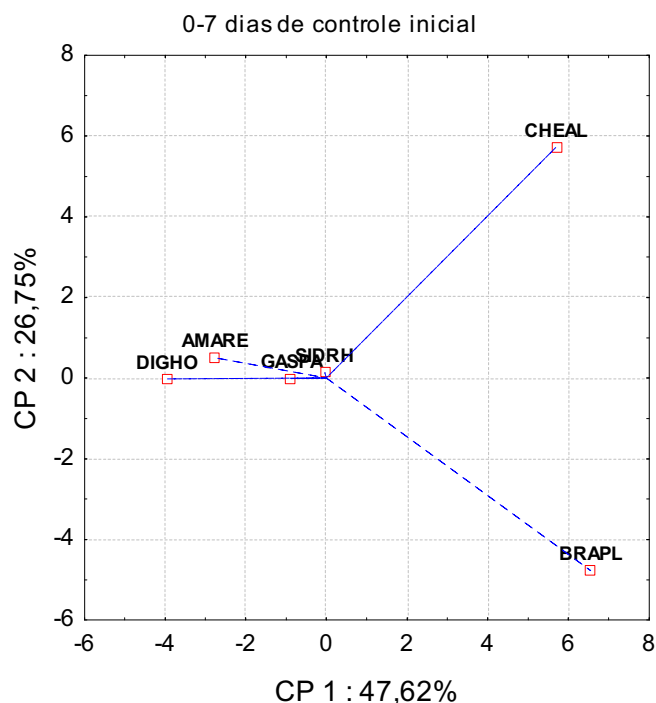


FIGURA 24 Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 0-7 dias de controle inicial das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

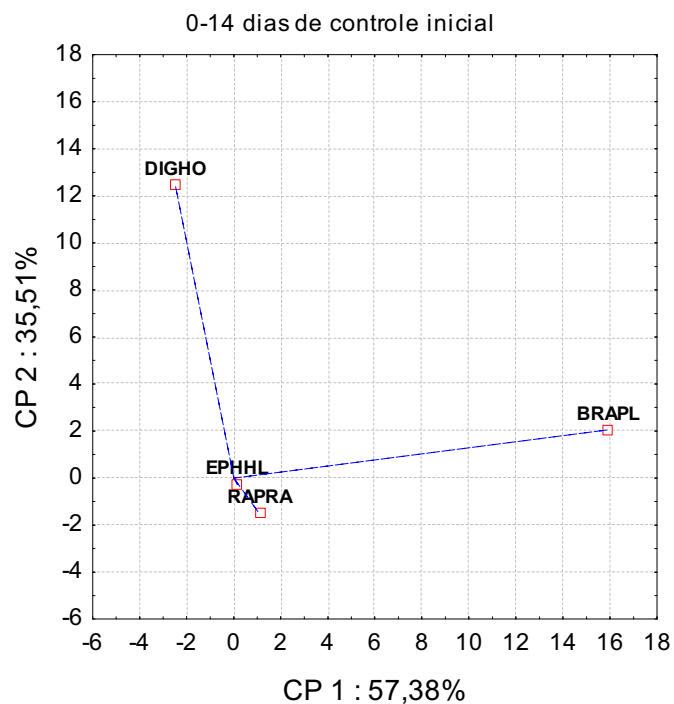


FIGURA 25 Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 0-14 dias de controle inicial das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

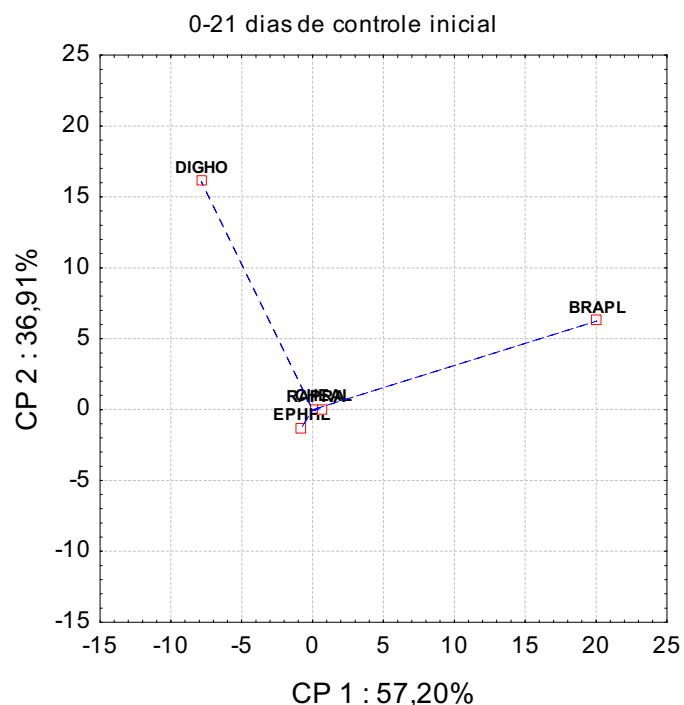


FIGURA 26 Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 0-21 dias de controle inicial das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Na Tabela 10 são apresentados os coeficientes de correlação baseados nas covariâncias entre as plantas daninhas presentes nos diferentes períodos de reinício de controle e os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). Verifica-se que o conjunto dos CP1 e CP2 foram responsáveis por 88,78, 73,45, 83,76, 90,46 e 81,80% da variância total ou informação acumulada das espécies de plantas daninhas presentes nos períodos de 28, 42, 56, 70 e 84 DAE para o reinício do controle, respectivamente.

As espécies que apresentaram a maior capacidade discriminatória para a formação dos agrupamentos e influência sobre a comunidade infestante para o CP1 foi a BRAPL aos 28, 42, 70 e 84 DAE e a DIGHO aos 56 DAE, enquanto que para o CP2 foi a CHEAL aos 28 DAE, o AMARE aos 42 DAE, a BRAPL aos 56 DAE e a DIGHO aos 70 e 84 DAE.

TABELA 10 Coeficientes de correlação baseado nas covariâncias entre as espécies de plantas daninhas presentes na comunidade infestante nos diferentes períodos de reinício do controle para os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

Espécies	28 DAE		42 DAE		56 DAE		70 DAE		84 DAE	
	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2
BRAPL	0,99	- 0,09	- 0,99	- 0,09	0,10	- 0,98	0,99	0,15	0,99	0,09
DIGHO	- 0,07	0,39	0,16	0,27	- 0,99	- 0,02	- 0,34	0,94	0,10	- 0,97
RAPRA	- 0,13	0,06	- 0,14	0,33	- 0,06	0,15	0,31	- 0,04	-	-
CHEAL	- 0,45	- 0,87	- 0,15	- 0,38	0,16	0,23	- 0,17	- 0,28	- 0,21	0,44
GASPA	- 0,29	- 0,42	0,27	- 0,64	0,03	0,19	- 0,22	- 0,21	- 0,24	- 0,19
AMARE	- 0,47	- 0,22	0,42	- 0,85	0,21	0,25	- 0,15	0,16	-	-
EPHHL	-	-	0,16	- 0,20	0,17	0,32	- 0,11	0,25	0,16	0,19
SIDRH	-	-	0,28	- 0,37	0,09	0,18	-	-	-	-
ELEIN	-	-	-	-	0,15	0,19	-	-	-	-
% IR ¹	75,12	13,67	59,02	14,43	64,03	19,73	63,36	27,10	50,41	31,39
% IA ²	75,12	88,78	59,02	73,45	64,03	83,76	63,36	90,46	50,41	81,80

¹ % da informação retida (% total da variância).

² % da informação acumulada (% variância acumulada).

Isto pode ser observado nas Figuras 27 a 31, que representam à dispersão gráfica das espécies, resultante da análise de componentes principais. Verifica-se que as espécies que estão centradas ao redor da média, ou seja, agrupadas, são as que menos influenciam a comunidade infestante, enquanto que, aquelas que estão mais dispersas, são as que exercem maior efeito ou influência sobre a comunidade,

destacando-se como as mais importantes. Isto pode ser confirmado pelo maior coeficiente de correlação (Tabela 10) destas espécies para o CP1 e CP2 nos diferentes períodos de reinício do controle.

A análise de componentes principais confirma e reforça os resultados obtidos no estudo fitossociológico da comunidade infestante para variável importância relativa, de que as espécies BRAPL, DIGHO e CHEAL foram as mais importantes da comunidade infestante em termos de participação numérica, biomassa e ocorrência na área experimental.

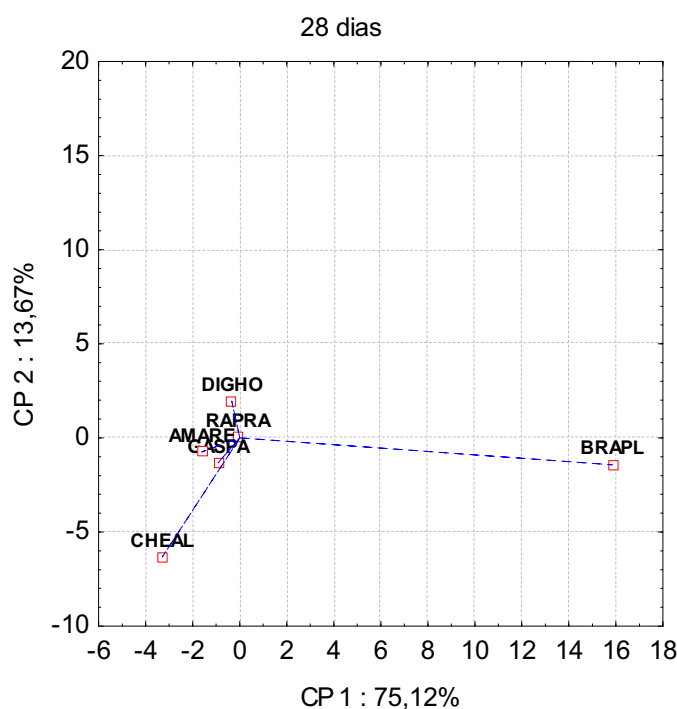


FIGURA 27 Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 28 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

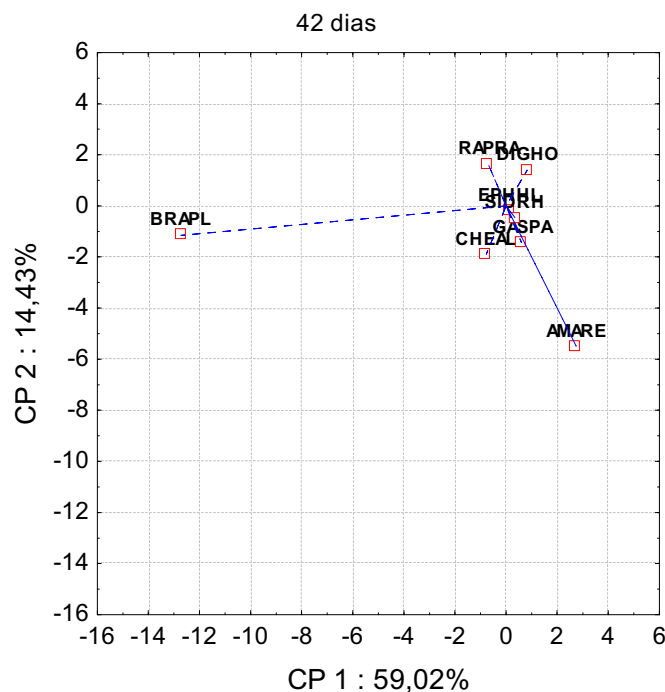


FIGURA 28 Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 42 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

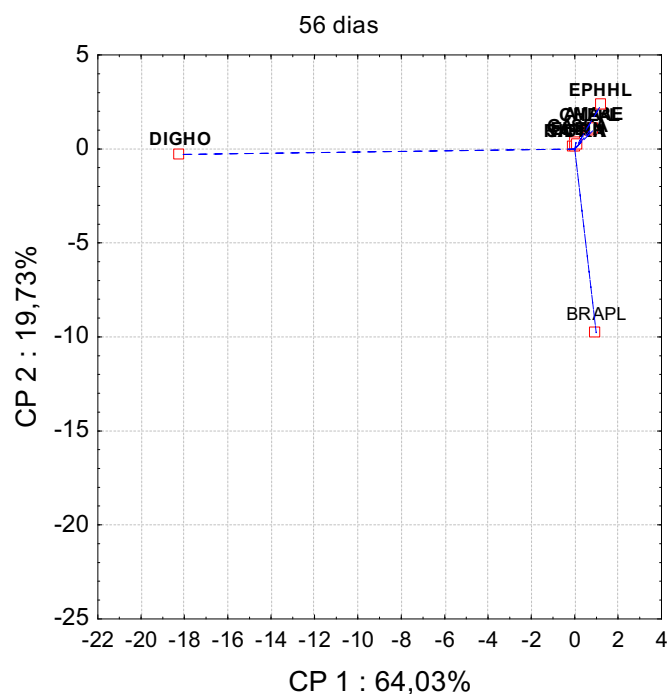


FIGURA 29 Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 56 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

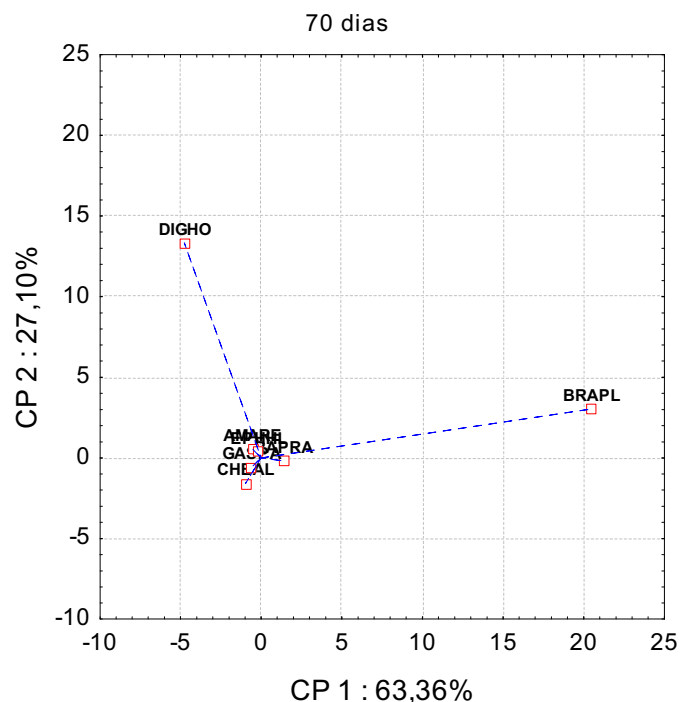


FIGURA 30 Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 70 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

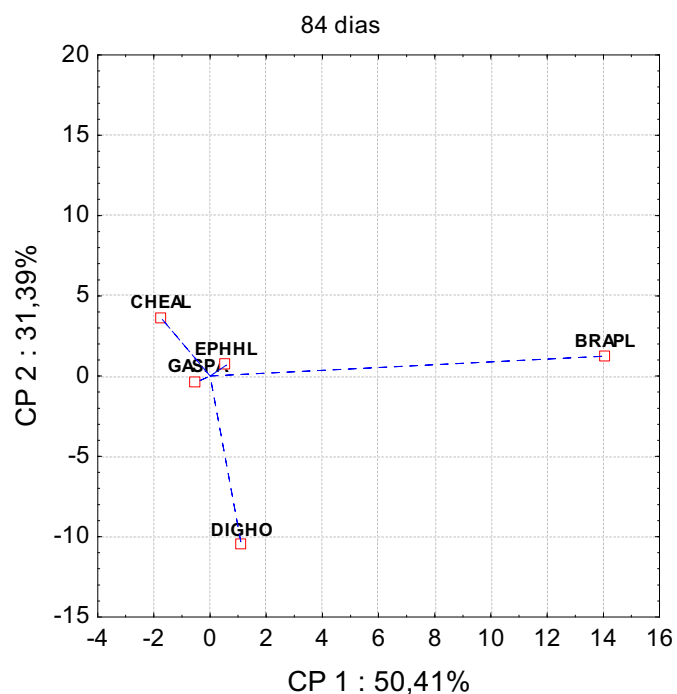


FIGURA 31 Representação gráfica da dispersão das espécies de plantas daninhas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) para o período de 84 dias de reinício do controle das infestantes na cultura do milho. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2005/06.

5 CONCLUSÕES

Diante das condições experimentais e pelos resultados obtidos durante o trabalho, pode-se concluir que:

- Para o período inicial de controle da comunidade infestante de 0-0 DAE, o PAI foi de 9 DAE do milho, o que correspondeu ao estágio fenológico V2;
- Houve a ocorrência do PAI-S no milho mesmo com períodos iniciais de controle de 21 dias. O PAI-S dos períodos iniciais de controle 0-7, 0-14 e 0-21 DAE, ocorreu aos 17, 24 e 28 DAE do milho, correspondendo aos estádios fenológicos V4, V6 e V7, respectivamente;
- O início do período crítico de prevenção da interferência (PCPI) começa a partir do final do PAI e PAI-S e, se caracteriza pelo período durante o qual é imprescindível realizar o controle da comunidade infestante para que não ocorra redução significativa no rendimento de grãos;
- A aplicação de um herbicida não seletivo e sem residual em milho resistente a este herbicida, deveria ser seqüencial, pois o PAI foi bastante precoce (9 DAE) e o controle por 21 dias não foi suficiente para prevenir o PAI-S;
- Períodos iniciais crescentes de controle promoveram menores densidades e acúmulos de biomassa pelas plantas infestantes, proporcionando menores perdas percentuais do rendimento de grãos do milho;
- Períodos de emergência mais tardios das plantas daninhas promoveram menores efeitos de interferência sobre o rendimento de grãos do milho;
- Com base no índice fitossociológico da importância relativa, as populações de papuã, capim-colchão e ançarinha-branca se destacaram dentro da comunidade infestante;
- O índice fitossociológico de importância relativa foi o que melhor expressou a diversidade de espécies da área, refletindo a participação das populações na

comunidade infestante de forma mais equilibrada e sendo mais próximo da equitabilidade ideal (H_{max});

- Períodos iniciais crescentes de controle das plantas daninhas proporcionaram uma redução na diversidade da comunidade infestante;
- Os estudos de similaridade mostraram uma ordenação nas composições específicas da comunidade infestante, conforme a extensão dos períodos iniciais de controle.

6 REFERÊNCIAS

ALFORD, J.L.; HAYES, R.M.; RHODES Jr, G.N.; STECKEL, L.E.; MUELLER, T.C. Broadleaf signalgrass (*Brachiaria platyphylla*) interference in corn. **Weed Sci.**, v.53, n.1, p.97-100, 2005.

ALMEIDA, F.S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, 1991, 34 p. (Circular nº67).

ALMEIDA, F.S. Cobertura morta como forma de redução do uso de herbicidas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3, PONTA GROSSA, 1985. **Anais...**, Castro: COOPERATIVA CENTRAL DE LATICÍNIO DO PARANÁ / FUNDAÇÃO ABC, 1985a, p.118 – 129.

ALMEIDA, F.S. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Atualização em plantio direto**, Campinas, 1985b. p.103 – 144.

ALMEIDA, F.S. Controle de ervas. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio direto no Estado do Paraná**, Londrina, 1981. p. 101 – 144.

BALL, D.A. Weed seed bank responses to tillage, herbicide and crop rotation sequence. **Weed Sci.**, v.40, p.654-659, 1992.

BÁRBERI, P.; SILVESTRI, N.; BONARI, E. Weed communities of winter as influenced by input level and rotation. **Weed Res.**, v.37, p.301-313, 1997.

BEDMAR, F.; MANETTI, P.; MONTERUBBIANESI, G. Determination of the critical of weed control using a thermal basis. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.34, n.2, p.187-193, 1999.

BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology**: individuals, populations and communities. 3.ed. Oxford: Blackwell, 1996. 1068 p.

BLANCO, H.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. **O Biológico**, v.28, n.10, p.343-350, 1972.

BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J. L. (Ed.). **The biology of weeds**. Oxford, Backwell Scientific Publication, 1960. p.133 – 142.

BOSNIC, A.C.; SWANTON, C.J. Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v.45, p.276-282, 1997.

BUHLER, R.; HARTZLER, R.G.; FORCELLA, F. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. **Weed Sci.**, v.45, p.329-336, 1997.

BUHLER, D.D. Influence of tillage systems on weed population dynamics and management in corn and soybean in the central USA. **Crop Sci.**, v.35, p.1.247-1.258, 1995a.

BUHLER, D.D. et al. Integrating mechanical weeding with reduced herbicide use in conservation tillage corn production systems. **Agron. J.**, v.87, p.507-512, 1995b.

BUHLER, D.D. Population dynamics and control of annual weeds in corn (*Zea mays*) as influenced by tillage systems. **Weed Sci.**, v.40, p.241-248, 1992.

BUHLER, D.D.; MESTER, T.C. Effect of tillage systems on the emergence depth of giant foxtail (*Setaria faberi*) and green foxtail (*Setaria viridis*). **Weed Sci.**, v.39, p.200-203, 1991.

CARDINA, J.; REGHIER, E.; HARRISON, K. Long-term tillage effects on seed bank in three Ohio soils. **Weed Sci.**, v.39, p.186-194, 1991.

CAREY, J.B.; KELLS, J.J. Timing of total postemergence herbicide application to maximize weed control and corn (*Zea mays*) yield. **Weed Technol.**, v.9, p.356-361, 1995.

CATHCART, R.J.; SWANTON, C.J. Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. **Weed Sci.**, v.52, p.1039-1049, 2004.

CHANCELOR, R.J. Changes in weed flora of an arable field cultivated for 20 years. **J. Appl. Ecol.**, v.22, p.491-502, 1985.

CHISAKA, H. Weed damage to crops: yield loss due to weed competition. In: **Integrated control of weeds**. J.D. FRYER AND S. MATSUNAKA (Eds.), Univ. of Tokyo Press, Tokyo, 262 p. Japan Scientific Societies Press, 1977. p. 1 – 16.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Avaliação da safra agrícola 2007/08 – Segundo Levantamento de intenção de plantio**. Disponível em: <www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em: 18/11/2007.

COX, W.J.; HAHN, R.R.; STACHOWSKI, P.J. Time of weed removal with glyphosate affects corn growth and yield components. **Agron. J.**, v.98, p.349-353, 2006.

COUSENS, R.; BRAIN, P.; O'DONOVAN, J.T.; O'SULLIVAN, P.A. The use biologically realistic equations to describe the effects of weed density and relative time of emergence on crop yield. **Weed Sci.**, v.35, p.720-725, 1987.

COUSENS, R. A simple model relating yield loss to weed density. **Ann. Appl. Biol.**, v.107, p.239-252, 1985.

DALE, M.R.T.; THOMAS, A.G. The structure of weed communities in Saskatchewan fields. **Weed Sci.**, v.35, p.348-355, 1987.

DALLEY, C.D.; KELLS, J.J.; RENNER, K. Effect of glyphosate application timing and row spacing on corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*) yields. **Weed Technol.**, v.18, p.165-176, 2004.

DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia**. 7ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2005. 520p.

DEFELICE, M. **Critical period of weed interference in corn and proper timing of herbicide programs**. 2001. Disponível em: <http://www.pioneer.com/usa/crop_management/national/timing_cornherb.html>. Acesso em: 18/11/2007

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: **Plantio direto no Brasil**. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, 1993. p. 19 – 27.

DEUBER, R. Ciência das plantas daninhas. Fundamentos, vol. 1. FUNEP, Jaboticabal, 1992. 431p.

DEW, D.A. An index of competition for estimating crop loss due to weeds. **Can. J. Plant Sci.**, v.52, n.6, p.921-927, 1972.

DOLL, J.; DOERSCH, R.; PROOST, R.; KIVLIN, P. **Reduced herbicide rates an aspect to consider**. University of Wisconsin-Extension. 8p., 1992.

DUARTE, A.P.; DEUBER, R. Levantamento de plantas infestantes em lavouras de milho “safrinha” no Estado de São Paulo. **Planta Daninha**, v.17, n.2, p.297-307, 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF. EMBRAPA/CNPq, 1999. 412p.

ERASMO, E.A.L.; PINHEIRO, L.L.A.; COSTA, N.V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas daninhas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.195-201, 2004.

EVANS, S.P.; KNEZEVIC, S.Z.; LINDQUIST, J.L.; SHAPIRO, C.A.; BLANKENSHIP, E.E. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. **Weed Sci.**, v.51, p.408-417, 2003a.

EVANS, S.P.; KNEZEVIC, S.Z.; LINDQUIST, J.L.; SHAPIRO, C.A. Influence of nitrogen and duration of weed interference on corn growth and development. **Weed Sci.**, v.51, p.546-556, 2003b.

EVANS, S.P.; KNEZEVIC, S.Z. Critical period of weed control in corn as affected by nitrogen supply. **Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc.**, v.55, p.151, 2000.

FANCELLI, L.A.; DOURADO NETO, D. **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997. 174p.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. da. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.36, p.1355-1362, 2001.

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C et al. Ecologia de lãs malas hierbas. In: GARCIA TORRES, L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. p.49-69.

FLECK, N.G. Interferência de papuã (*Brachiaria plantaginea*) com a soja e ganho de produtividade obtido através do seu controle. **Pes. Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.63-68, 1996.

FLOREZ, J.A.; FISCHER, A.J.; RAMIREZ, H.; DUQUE, M.C. Predicting rice yield losses caused by multispecies weed competition. **Agron. J.**, v.91, p.87-92, 1999.

FONSECA, M.A.; SALOMÃO, T.A.; VICTORIA FILHO, R.; ARANHA, C. Plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) na região de Jaboticabal, SP. **Científica**, v.11, p.279-287, 1983.

FORCELLA, F.; WILSON, R.G.; DEKKER, J. Weed seed bank emergence across the corn belt. **Weed Sci.**, v.45, p.67-76, 1997.

FORD, G.T.; PLEASANT, J.M.T. Competitive abilities of six corn (*Zea mays* L.) hybrids with four weed control practices. **Weed Technol.**, v.8, p.124-128, 1994.

FORTIN, M.C.; HAMILL, A.S. Rye residue geometry for faster corn development. **Agron. J.**, v.86, p.238-243, 1994.

FOSTER, R. **Controle de plantas invasoras na cultura do milho**. Série técnica, nº5. Campinas, SP. Fundação Cargill, 1991. 89p.

FRANTIK, T. Interference of *Chenopodium suecicum* (J.) Murr and *Amaranthus retroflexus* L. in maize. **Weed Res.**, v.34, p.45-53, 1994.

FREITAS, R.S.; BERGER, P.G.; FERREIRA, L.R.; CARDOSO, A.A.; FREITAS, T.A.S.; PEREIRA, C.J. Interferência de plantas daninhas na cultura do algodão em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.20, n.2, p.197-205, 2002.

FROUD-WILLIAMS, R.J.; DRENNEN, D.S.H.; CHANCELOR, R.J. Influence of cultivation regime on weed floras of arable cropping systems. **J. Appl. Ecol.**, v.20, p.187-197, 1983.

GHERSA, C.M. et al. Advances in weed management strategies. **Field Crops Res.**, v.67, p.95-104, 2000.

GLAT, D. Perspectivas do milho para 2002. **Plantio Direto**, v.69, p.15-17, 2002.

GOWER, S.A.; LOUX, M.; CARDINA, J.; HARRISON, S.K.; SPRANKLE, P.L.; PROBST, N.J.; BAUMAN, T.T.; BUGG, W.; CURRAN, W.S.; CURRIE, R.S.; HARVEY, R.G.; JOHNSON, W.G.; KELLS, J.J.; OWEN, M.D.; REGEHR, D.L.; SLACK, C.H.; SPAUR, M.; SPRAGUE, C.L.; VANGESSEL, M.; YOUNG, B.G. Effect of postemergence glyphosate application timing on weed control and grain yield in glyphosate-resistant corn: Results of a 2-years multistate study. **Weed Technol.**, v.17, p.821-828, 2003.

GOWER, S.A.; LOUX, M.; CARDINA, J.; HARRISON, S.K. Effect of planting date, residual herbicide, and postemergence application timing on weed control and grain yield in glyphosate-tolerant corn (*Zea mays*). **Weed Technol.**, v.16, p.488-494, 2002.

GOWER, A.; LOUX, M.; CARDINA, J. Determining the critical period of weed management in glyphosate-tolerant corn. **Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc.**, v.54, p.66, 1999.

HALFORD, C.; HAMILL, A.S.; ZHANG, J.; DOUCET, C. Critical period of weed control in no-till soybean and corn. **Weed Technol.**, v.15, p.737-744, 2001.

HALL, M.R.; SWANTON, C.J.; ANDERSON, G.W. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v.40, p.441-447, 1992.

HARPER, J.L. **Population Biology of Plants**. New York: Academic Press. P.151-194, 1977.

HARRISON, S.K.; REGNIER, E.E.; SCHMOLL, J.T.; WEBB, J.E. Competition and fecundity of giant ragweed in corn. **Weed Sci.**, v.49, p.224-229, 2001.

HASHEMI-DEZFOULI, A.; HERBERT, S.J. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. **Agron. J.**, v.84, n.4, p.547-551, 1992.

HELLWIG, K.B.; JOHNSON, W.G.; SCHARF, P.C. Grass weed interference and nitrogen accumulation in no-tillage corn. **Weed Sci.**, v.50, p.757-762, 2002.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, 1976. 387p.

JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L.; MIRANDA, G.V.; MACHADO, A.F.L. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.71-79, 2003.

JOHNSON, W.G.; DILBECK, J.S.; DEFELICE, M.S.; KENDIG, J.A. Weed control with reduced rates of chlorimuron plus metribuzin and imazethapyr in no-till narrow-row soybean. **Weed Technol.**, v.12, p.32-36, 1998.

KAPUSTA, G.; KRAUSZ, R.F.; KHAN, M.; MATTHEWS, J.L. Effect of nicosulfuron rate, adjuvant and weed size on annual weed control in corn (*Zea mays*). **Weed Technol.**, v.8, p.696-702, 1994.

KEELEY, P.E.; THULLEN, R.J. Light requirements of yellow nutseage and light interception by crops. **Weed Sci.**, v.26, n.1, p.10-16, 1978.

KIM, D.S.; BRAIN, P.; MARSHALL, J.P.; CASELEY, J.C. Modeling herbicide dose and weed density effects on crop: weed competition. **Weed Res.**, v.31, n.1, p.1-13, 2002.

KISSMANN, K.G. **Plantas Infestantes e Nocivas**. 1. Ed. São Paulo: BASF, 1991. 606p. p.67-94.

KLINGMAN, G.C. & ASHTON, F.M. **Weed Science : Principles and Practices**. JOHN WILEY & SONS (Eds), New York, 1975. 431 p.

KNEZEVIC, S.Z.; EVANS, S.P.; BLANKENSHIP, E.E.; VAN ACKER, R.C.; LINDQUIST, J.L. Critical period for weed control: the concept and data analysis. **Weed Sci.**, v.50, p.773-786, 2002.

KNEZEVIC, S.Z.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v.42, n.4, p.568-573, 1994.

KOZLOWSKI, L.A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.365-372, 2002.

KRANZ, W.M. Diagnóstico das plantas invasoras nos sistemas de manejo de solo do estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, 1993. **Resumos...**, Londrina: SBHED, 1993. p.82-83.

KREBS, C.J. **Ecology**: the experimental analysis of distribution and abundance. New York: Harper & Row Publisher, 1985, p.513-572.

KROPFF, M.J.; LOTZ, L.A.P. Empirical models for crop-weed competition. In: KROPFF, M.J and VAN LAAR, H.H. (Eds). **Modelling crop-weed interactions**. Wallingford, UK. CAB International, 1993. p.9-24.

KROPFF, M.J.; LOTZ, L.A.P.; WEAVER, S.E. Practical applications. In: KROPFF, M.J.; VAN LAAR, H.H. (Eds). **Modelling crop-weed interactions**. Wallingford, UK. CAB International, 1993. p.149-167.

KROPFF, M.J. Modelling the effects of weeds on crop production. **Weed Res.**, v.28, p.465-471, 1988.

KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.501-511, 2007.

KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim – braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.323-330, 2001.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5^a ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2000. 339p.

LORENZI, H. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Plantio Direto no Brasil**, Campinas, 1984. p. 13 – 46.

LUTMAN, P.J.W.; RISIOTT, R.; OSTERMANN, H.P. Investigations into alternative methods to predict the competitive effects of weeds on crop yield. **Weed Sci.**, v.44, n.2, p.290-297, 1996.

MAAS, S.J. Parameterized model of gramineous crop growth. I. Leaf area and dry mass simulation. **Agron. J.**, v.85, n.2, p.348-353, 1993.

MADDONNI, G.A.; OTEGUI, M.E. Intra-specific competition in maize: Early establishment of hierarchies among plants affects final kernel set. **Field Crops Res.**, v.85, p.1-13, 2004.

MAIMONI-RODELLA, R.C.S.; SILVA, R.C.B.; RODELLA, R.A.; CAMPOS, C.J. Levantamento da comunidade de plantas daninhas ocorrentes em áreas de gramado em Botucatu, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, 1993. **Resumos...**, Londrina: SBHED, 1993. p.79.

MARTIN, S.G.; VAN ACKER, R.C.; FRIESEN, L.F. Critical period of weed control in sprig canola. **Weed Sci.**, v.49, p.326-333, 2001.

MARTIN, M.P.L.D.; FIELD, R.J. Influence of time of emergence of wild oat on competition with wheat. **Weed Res.**, v.28, n.2, p.111-116, 1988.

MARTINS, F.R. Esboço histórico da fitossociologia florestal no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 1985, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IBAMA, 1985. p.33-60.

MASSINGA, R.A.; CURRIE, R.S.; HORAK, M.J.; BOYER Jr., J. Interference of Palmer amaranth in corn. **Weed Sci.**, n.49, p.202-208, 2001.

MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.39, p.539-542, 2004.

MELO, H.B.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; MIRANDA, G.V.; ROCHA, V.S.; SILVA, C.M.M. Interferência das plantas daninhas na cultura da soja cultivada em dois espaçamentos entre linhas. **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.187-191, 2001.

MEROTTO JUNIOR, A.; GUIDOLIN, A.F.; ALMEIDA, M.L.de; HAVERROTH, H.S. Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, v.15, n.2, p.141-151, 1997.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFOLLETI, P.J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.63-69, 2003.

MORTENSEN, D.A.; BASTIAANS, L.; SATTIN, M. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. **Weed Res.**, v.40, p.49-62, 2000.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547p.

MULUGETA, D.; STOLTENBERG, D.E.; BOERBOOM, C.M. Weed species-area relationships as influenced by tillage. **Weed Sci.**, v.49, p.217-223, 2001.

MULUGETA, D.; BOERBOOM, C.M. Critical time of weed removal in glyphosate-resistant *Glycine max*. **Weed Sci.**, v.48, p.35-42, 2000.

MURPHY, S.D.; YAKUBU, Y.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Effect of planting patterns and inter-row cultivation on competition between corn (*Zea mays*) and late emerging weeds. **Weed Sci.**, v.44, p.865-870, 1996.

NASCIMENTO, E.P. *Chenopodium album* um problema no cerrado. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, n.1, p.1, 2000.

NORSWORTHY, J.K.; OLIVEIRA, M.J. Comparison of the critical period for weed control in wide- and narrow-row corn. **Weed Sci.**, v.52, p.802-807, 2004.

NORRIS, R.F.; KOGAN, M. Interactions between weeds, arthropod pest, and their natural enemies in managed ecosystems. **Weed Sci.**, v.48, p.94-158, 2000.

O'DONOVAN, J.T.; REMY, E.A. de St.; O'SULLIVAN, P.A.; DEW, D.A.; SHARMA, A.K. Influence of the relative time of emergence of wild oat (*Avena fatua*) on yield loss of barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Sci.**, v.33, p.498-503, 1985.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434p.

OLIVEIRA, M.F de.; ALVARENGA, R.C.; OLIVEIRA, A.C. de.; CRUZ, J.C. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.36, p.37-41, 2001.

PAGLIARINI, A.C.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S.; CURI, P.R. Composição florística de comunidade de plantas daninhas ocorrentes em Botucatu, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, 1993. **Resumos...**, Londrina: SBHED, 1993. p.79-80.

PEREIRA, E.S.; VELINI, E.D.; CARVALHO, L.R. de.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S., Avaliações quantitativas e qualitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v.18, n.2, p.207-217, 2000.

PINTO-COELHO, R.M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 252p.

PITELLI, R.A. O período anterior à interferência subsequente (PAIS), uma nova abordagem para o manejo de plantas daninhas em culturas geneticamente modificadas para tolerância aos herbicidas não seletivos e sem residual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25, 2006. Brasília. Convivendo com as plantas daninhas, **Resumos**. Brasília: SBPCPD/UNB/Embrapa Cerrados. 2006. p.125.

PITELLI, R.A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **J. Consherb**, v.1, n.2, p.1-7, 2000.

PITELLI, R.A. Estudo fitossociológico de uma comunidade infestante na cultura da cebola. **J. Consherb**, v.1, n.3, p.1-6, 2001.

PITELLI, R.A.; KUVA, M.A. Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo da resistência aos herbicidas e seleção da flora. In: CURSO DE RECOMENDAÇÕES BÁSICAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS E RESISTÊNCIA AOS HERBICIDAS, 1998, Piracicaba. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1998. p.1-46.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A. & DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência de plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, Belo Horizonte, 1984. **Resumos**. Piracicaba, SP, AUGEGRAF, 1984. p. 37.

POWER, A.G. Plant community diversity, herbivore movement, and an insect-transmitted disease of maize. **Ecology**, v.68, p.1658-1669, 1987.

RACJAN, I.; SWANTON, C.J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crops Res.**, v.71, p.139-150, 2001.

RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S. **Weed Ecology: Implications for vegetation management**. John Wiley & Sons (Eds), New York, 1984. 263p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service, Ames, Iowa. Special Report nº48, 1993, 22p.

RODRIGUES, B.N. Controle de plantas daninhas em plantio direto. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio direto o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa, 1997. p.234-237.

ROMAN, E.S.; VELLOSO, J.A.R.O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas. In: **Plantio direto no Brasil**. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, 1993. p. 77 – 84.

ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, S.R. Relationships between growth and competitiveness of four annual weeds. **J. Appl. Ecol.**, v.22, p.895-905, 1985.

RUEDELL, J. **Cultura do milho. Indicações técnicas para o Rio Grande do Sul**. Fundacep-Fecotriga, 1991. 102p.

SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A.; MATTOS, E.D.; MARTINS, J.F.; HERNANDEZ, D.D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.373-380, 2002.

SALVÁ, A.P.; BERMEJO, J.E.H. Floristic composition and agricultural importance of weeds in southern Spain. **Weed Res.**, v.28, p.175-180, 1988.

SANTOS, H.P. et al. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 142p.

SANTOS, H.P.; REIS, E.M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 212p.

SELLERS, B.A.; SMEDA, R.J. Duration of weed competition and available nitrogen on corn development and yield. **Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc.**, v.54, p.3, 1999.

SHRESTHA, A.; KNEZEVIC, S.Z.; ROY, R.C.; BALL-COELHO, B.R. Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. **Weed Res.**, v.42, p.76-87, 2002.

SIEMANN, E. Experimental tests of effects of plant productivity and diversity on grassland arthropod diversity. **Ecology**, v.79, p.2057-2070, 1998.

SIKKEMA, P.H.; SHROPSHIRE, C.; WEAVER, A.S.; CAVERS, P.B. Response of common lambsquarters (*Chenopodium album*) to glyphosate application timing and rate in glyphosate-resistant corn. **Weed Technol.**, v.18, p.908-916, 2004.

SILVA, A.A.; VARGAS, L.; WERLANG, R.C. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. **Tecnologias de produção de milho**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.269-310.

SILVA, J.B.; PIRES, N.M. Controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Inf. Agropec.**, v.8, p.17-21, 1991.

SKÓRA NETO, F. Uso de caracteres fenológicos do milho como indicadores do início da interferência causada por plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.81-87, 2003.

SOARES, D.J.; PITELLI, R.A.; BRAZ, L.T.; GRAVENA, R.; TOLEDO, R.E.B. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cebola (*Allium cepa*) transplantada. **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.387-396, 2003.

SORENSEN, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. In: ODUM, E.P. (Ed.). **Ecologia**. 3.ed. México: Interamericana, 1972. 640p.

SOUZA, J.R.P.; MACHADO, J.R.; VELINI, E.D. Crescimento de *Brachiaria plantaginea* e *Raphanus raphanistrum* em convivência com híbridos de milho submetidos a períodos de controle das plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.209-215, 2001.

SPADER, V.; VIDAL, R.A. Eficácia de herbicidas graminicidas aplicados em pré-emergência no sistema de semeadura direto do milho. **Planta Daninha**, v.18, n.2, p.373-380, 2000 a.

SPADER, V.; VIDAL, R.A. Interferência de *Brachiaria plantaginea* sobre características agrônômicas, componentes do rendimento e produtividade de grãos do milho. **Planta Daninha**, v.18, n.3, p.465-470, 2000 b.

SPADOTTO, C.A.; MARCONDES, C.A.R.; SILVA, C.A.R. da.; DAMASCENO, S. Avaliação de parâmetros para o monitoramento da interferência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* L.). **Planta Daninha**, v.10, n.1/2, p.33-38, 1992.

STECKEL, L.E.; SPRAGUE, C.L. Common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in corn. **Weed Sci.**, v.52, p.359-364, 2004.

STEVENSON, F.C.; LEGERE, A.; SIMARD, R.R.; ANGERS, D.A.; PAGEAU, D.; LAFOND, J. Weed species diversity in spring barley varie with crop rotation and tillage, but not with nutrient source. **Seed Sc.**, v.45, p.798-806, 1997.

STRAHAN, R.E.; GRIFFIN, J.L.; REYNOLDS, D.B.; MILLER, D.K. Interference between *Rottboellia cochinchinensis* and *Zea mays*. **Weed Sci.**, v.48, p.205-211, 2000.

STREIBIG, J.C. Numerical methods illustrating the phytosociology of crops in relation to weed flora. **J. Appl. Ecol.**, v.16, p.577-587, 1979.

SWANTON, C.J.; WEAVER, S.; COWAN, P.; VAN ACKER, R.; DEEN, W.; SHRESTHA, A. Weed thresholds: theory and applicability. **J. Crop Prod.**, v.2, p.9-29, 1999.

SWANTON, C.J.; MURPHY, S.D. Weed science beyond the weeds: the role of integrated weed management (IWM) in agroecosystem health. **Weed Sci.**, v.44, p.437-445, 1996.

SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. Integrated weed management: the rationale and approach. **Weed Technol.**, v.5, p.648-656, 1991.

SWINTON, S.M.; BUHLER, D.D.; FORCELLA, F.; GUNSOLUS, J.L.; KING, R.P. Estimation of crop yield loss due to interference by multiple weed species. **Weed Sci.**, v.42, p.103-109, 1994.

THIESEN, G.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.35, p.753-756, 2000.

THIESEN, G.; VIDAL, R.A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas do ciclo de vida do capim-marmelada. **Planta Daninha**, v.17, n.2, p.189-196, 1999.

TOLLENAAR, M.; DIBO, A.A.; AGUILERA, A.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Effect of crop density on weed interference in maize. **Agron. J.**, v.86, p.591-595, 1994.

VANDEVENDER, K.W.; COSTELLO, T.A.; SMITH Jr, R.J. Model of rice (*Oryza sativa*) yield reduction as a function of weed interference. **Weed Sci.**, v.45, n.2, p.218-224, 1997.

VAN ACKER, R.C.; SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max*). **Weed Sci.**, v.41, p.194-200, 1993.

VAN HEEMST, H.D.G. The influence of weed competition on crop yield. *Agric. Syst.*, Wageningen, v.18, n.2, p.81-83, 1986.

VELINI, E.D. Interferência entre plantas daninhas e cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, I, Dourados, 1997. **Resumos...**, Dourados, 1997, p. 29 – 49.

VELLOSO, J.A.R.O.; SOUZA, R.O. de. Plantas daninhas no sistema plantio direto. In: **Plantio direto no Brasil**. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, 1993. p. 61 – 73.

VICTORIA FILHO, R. Potencial de ocorrência de plantas daninhas em plantio direto. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Plantio direto no Brasil**, Campinas, 1984.p. 13 – 46.

VIDAL, R.A.; BAUMAN, T.T. Surface wheat (*Triticum aestivum*) residues, giant foxtail (*Setaria faberi*), and soybean (*Glycine max*) yield. **Weed Sci.**, v.44, p.939-943, 1996.

VOLL, E.; TORRES, E.; BRIGHENTI, A.M.; GAZZIERO, D.L.P. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo do solo. **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.171-178, 2001.

WEAVER, S.E.; CAVERS, P.B. The effects of date of emergence and emergence order on seedling survival in *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius*. **Can. J. Bot.**, v.57, p.730-738, 1978.

WEBER, G.; ELEMU, K.; LAGOKE, S.T.O. Weed communities in intensified cereal-based cropping systems of the northern Guinea savanna. **Weed Res.**, v.35, p.167-178, 1995.

WILLIAMS, M.M. II. Planting date influences critical period of weed control in sweet corn. **Weed Sci.**, v.54, p.928-933, 2006.

WILSON, R.G.; WESTRA, P. Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) interference in corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v.39, p.217-220, 1991.

WRUCKE, M.A.; ARNOLD, W.E. Weed seed distribution as influenced by tillage and herbicides. **Weed Sci.**, v.33, p.853-856, 1985.

ZANIN, G. et al. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. **Agric. Ecosy. Environ.**, v.66, p.177-188, 1997.

ZELAYA, I.A.; OVEN, M.D.K.; PITTY, A. Effect of tillage and environment on weed population dynamics in the dry tropics. **Ceiba**, v.38, n.2, p.123-135, 1997.

ZIMDAHL, R.L. The concept and application of the critical weed-free period. In: ALTIERI, M.A.; LIEBMAN, M. eds. **Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches**. Boca Raton, FL: CRC. p.145-155, 1988.

ZIMDAHL, R.L.; MOODY, K.; LUBBIGAN, R.T.; CASTIN, E.M. Patterns of weed emergence in tropical soils. **Weed Sci.**, v.36, p.603-608, 1988.

ZIMDAHL, R.L. **Weed-Crop Competition. A Review**. Corvallis, OR: Oregon State University International Plant Protection Center. 195p. 1980.